COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUILLET 1888.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse aux critiques de M.* Douglas Archibald, *au sujet des tempêtes;* par M. H. Faye.

« Une des plus grandes découvertes de ce siècle, c'est assurément celle des lois des tempêtes. Ces lois, *the stormlaws*, sont dues à des Anglais, le capitaine J. Capper, le juge Piddington et le colonel Reid, et à un Américain de New-York, Redfield. Chose singulière, c'est en Angleterre et aux États-Unis que se trouvent leurs plus ardents détracteurs; elles n'ont guère aujourd'hui de défenseurs qu'en France (¹).

» On lit dans le dernier numéro (14 juin) de l'excellent journal anglais *Nature* la déclaration suivante :

» Nous n'hésitons donc pas à dire que ces observations du professeur Loomis

(¹) Voir dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1875 ma Notice intitulée : *Défense de la loi des tempêtes.*

donnent le coup de la mort (*the death-blow*) à la théorie purement circulaire de Reid et de Piddington, et qu'elles constituent en outre un argument décisif contre la théorie de M. Faye sur les girations descendantes des cyclones.

» Elle serait bien morte, en effet, cette loi de Piddington, *the Eight Points Rule,* à laquelle déjà les météorologistes de l'Inde anglaise veulent ajouter deux ou trois points, si l'on en venait à lui en appliquer cinq ou six à la demande de l'auteur de la critique.

» Comme il s'agit ici d'un intérêt supérieur, celui de la navigation, j'essayerai donc de parer ce coup et de prendre en mains, pour la seconde fois, la défense des *stormlaws.*

» Voici l'attaque (*Nature,* p. 150 et 151) :

» M. Faye affirme (dans sa récente brochure *Sur les tempêtes,* p. 2 et 46) que, « là » où, d'après la théorie moderne, la direction du vent devrait couper les isobares sous » un angle voisin de 90°, cet angle est, en fait, insensible; que la prétendue compo- » sante centripète disparaît et que les isobares ainsi que les flèches du vent dessi- » nent une circularité presque rigoureuse ». De plus (p. 12), il tourne en ridicule l'idée du gradient barométrique dans les régions tropicales « où le vent souffle préci- » sément le long des isobares ». Ce n'est pas par goût pour une pure polémique que nous relevons le gant qu'on nous jette, mais le magnifique Ouvrage que le météorologiste si exact et si renommé M. le professeur Loomis vient de publier après revision (1) va nous permettre d'établir de la manière la plus concluante : 1° que, dans la région des Philippines, limite des vrais cyclones du côté de l'équateur, la direction du vent dans un cyclone particulièrement violent et bien observé a coupé les isobares, d'un bout à l'autre, sous un grand angle de 62°; 2° que l'examen d'un grand nombre d'autres tempêtes violentes à diverses latitudes montre que cet angle, compris entre les flèches du vent et les isobares, va en croissant, conformément à la théorie, depuis les pôles jusqu'à l'équateur.

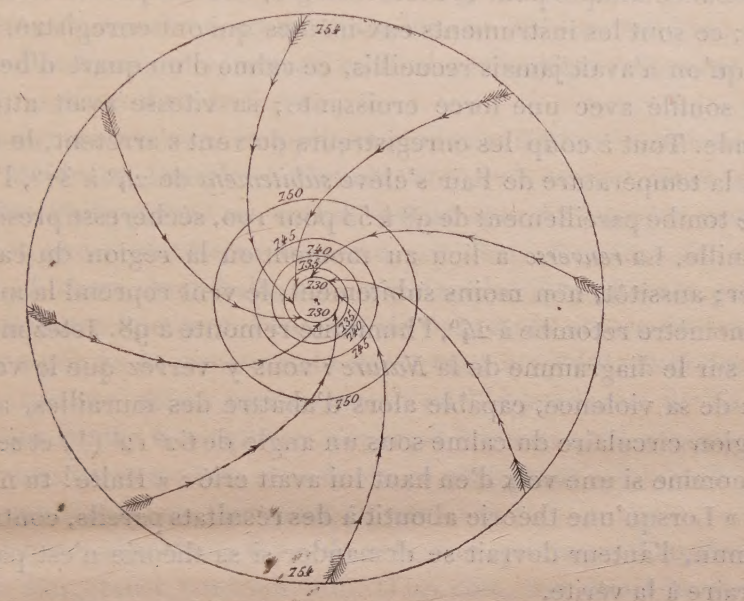
» La figure ci-jointe représente exactement les observations, sauf que les isobares n'étaient pas aussi exactement circulaires. D'autre part, le Tableau numérique suivant montre, au premier coup d'œil, combien les faits sont contraires à l'opinion de M. Faye lorsqu'il dit : « Les isobares elles-mêmes dessinent sur le sol, comme les » flèches du vent, un édifice cyclonique non encore déformé. »

Inclinaison du vent sur les isobares dans les tempêtes VIOLENTES.

	Latitude.	Inclinaison.
Régions arctiques	70°.56′	28°.35′
Océan Atlantique	56.15	30. 6
États-Unis	45. 0	40. 3
Indes et golfe du Bengale	20.48	57.12
Iles Philippines	14.35	62.12

(1) *Contributions to Meteorology,* revised edition, 1887.

» A l'aspect de cette figure et de ce Tableau, les marins qui savent ce qu'est un cyclone sous les tropiques seront grandement surpris. *Cyclone* veut dire tourbillon, vents tournant circulairement avec violence autour d'un centre, tandis que cette étonnante figure représente des vents



Cyclone de Manille d'octobre 20, 1882. Les flèches indiquent la direction du vent; les cercles sont les isobares de 5^{mm} en 5^{mm}; l'inclinaison des flèches sur les isobares était constante et partout égale à 62°12'.

soufflant en lignes à peine courbées vers un centre. Il faudrait donc changer le nom donné par Reid, Redfield et Piddington, et dire, non pas une *tempête cyclonique*, mais une *tempête centripétale*. Voici ce que dit M. Mohn dans son Traité classique de Météorologie, page 293 :

» A l'intérieur des cyclones tropicaux le vent souffle presque circulairement autour du centre. Les isobares sont à peu près circulaires et les trajectoires du vent coïncident presque avec les isobares.

» C'est justement ce que les auteurs des lois des tempêtes nous ont appris, c'est ce que les marins, si directement intéressés dans la question, vérifient tous les jours. Qu'importe à MM. Loomis, Archibald, Meldrum et bien d'autres, les cyclones ne tournent pas; il y a là un parti pris invincible. Voyons-en d'autres conséquences.

» Au centre de tout cyclone, sauf le cas où il est en train de se défaire, il existe une merveilleuse région de calme, au-dessus de laquelle les nuées

s'entr'ouvrent et laissent voir les étoiles en pleine nuit, le bleu du ciel en plein jour. Justement à Manille, lors de l'ouragan si singulièrement figuré plus haut, la région centrale du calme a passé sur l'observatoire espagnol, pourvu d'instruments enregistreurs. C'était une chance bien heureuse, une chance unique pour la Météorologie, car ici pas de contestation possible ; ce sont les instruments eux-mêmes qui ont enregistré, avec des détails qu'on n'avait jamais recueillis, ce calme d'un quart d'heure. Le vent avait soufflé avec une force croissante; sa vitesse avait atteint 54^m par seconde. Tout à coup les enregistreurs du vent s'arrêtent, le vent tombe à zéro, la température de l'air s'élève *subitement* de 24° à 31°, l'humidité relative tombe pareillement de 98 à 53 pour 100, sécheresse presque inconnue à Manille. La *renverse* a lieu au moment où la région du calme a fini de passer; aussitôt, non moins subitement, le vent reprend la même furie, le thermomètre retombe à 24°, l'humidité remonte à 98. Jetez maintenant les yeux sur le diagramme de la *Nature :* vous y verrez que le vent, au maximum de sa violence, capable alors d'abattre des murailles, aurait abordé la région circulaire du calme sous un angle de 62° 12′ (1) et se serait arrêté net, comme si une voix d'en haut lui avait crié : « Halte ! tu n'iras pas plus loin. » Lorsqu'une théorie aboutit à des résultats pareils, contraires au sens commun, l'auteur devrait se demander si sa théorie n'est pas elle-même contraire à la vérité.

» Quant au Tableau numérique cité par M. D. Archibald, il y a là une bien singulière méprise. Les deux premières déviations relatives à l'Europe ont été obtenues par des observations faites sur le continent, à Londres, Paris, Bruxelles, etc., et non sur l'Océan. M. Clément Ley, à qui nous les devons, a eu soin de donner à part les déviations observées sur les côtes : elles sont trois fois plus faibles. Elles tiennent en effet, avant tout, à la résistance que le sol solide, hérissé d'obstacles, oppose aux mouvements de l'air (2). En pleine mer, elles sont bien plus affaiblies encore,

---

(1) D'après cette théorie, un navire désemparé, presque à l'état d'épave, comme le brick *le Charles Heddle,* dans les parages des Mascareignes, pendant le cyclone de février 1845, serait infailliblement poussé dans la région du calme, oscillant tout au plus d'un bord à l'autre sans pouvoir en sortir. Au lieu de cela, tous les marins savent que le pauvre navire a exécuté cinq tours entiers, dans le sens des aiguilles d'une montre, autour de cette région centrale.

(2) De même, à une certaine élévation au-dessus du sol, ces déviations s'atténuent, parce que la résistance du sol se fait moins sentir. Voir à ce sujet le *Journal de la Soc. météor. d'Écosse,* n° IV, 3e série, p. 22 ; 1886.

grâce à la mobilité des flots. Comment se fait-il que dans ce Tableau on donne des déviations continentales pour l'Europe et l'Amérique, alors qu'il s'agit de cyclones en mer? M. Mohn, qui n'est pas suspect de partialité pour mes idées, vient de nous dire que, sous les tropiques, elles sont presque nulles. Sur les bords du calme, elles le sont rigoureusement, autrement l'existence même de ce calme serait impossible. Ce Tableau est donc sans valeur; la dernière ligne, entre autres, relative aux tropiques, contient une erreur de 62°, je n'ose dire de 62° 12'.

» Passons outre néanmoins, et appliquons à la navigation les théories de MM. Loomis, Meldrum, Douglas Archibald, etc. Avec les *stormlaws*, dans les parages des Philippines, un marin saurait que la tempête marche à l'O.-N.-O. et que le centre se trouve à 90° de la direction du vent. MM. Meldrum, Loomis, Archibald, etc., viennent lui dire : Prenez garde, vous allez commettre une erreur énorme de 62° 12'; le centre de la tempête n'est pas à 90° de la direction du vent, mais à 27° 48'. Et là-dessus, l'auteur nous raconte qu'un marin, ayant eu l'imprudence de se fier aux *stormlaws* sur l'autre hémisphère, s'aperçut à temps qu'il courait à sa perte et qu'il réussit à se sauver, sans doute en corrigeant sa route d'après le diagramme centripète que l'on vient de voir.

» Il m'avait paru important, il y a de cela une quinzaine d'années, de résoudre cette dangereuse contradiction. D'un côté, me disais-je, je vois des observateurs consciencieux, des marins expérimentés qui ont étudié les tempêtes sur place, sans idée préconçue, sans prétendre faire de la théorie. Ils ont abouti à un ensemble de lois qui, déduites de l'observation, ont au moins le mérite de pouvoir servir de guide aux praticiens.

» De l'autre côté, je vois des savants qui, avant toute enquête et par cela seul que le baromètre baisse rapidement au milieu d'une tempête, se sont persuadé que les tempêtes sont dues à une aspiration vers un centre. Un savant météorologiste, M. Espy, en concluait que l'air en contact avec le sol *doit* se mouvoir de toutes parts vers ce centre, et qu'au centre il se produit un courant ascendant très rapide qui, parvenu à une très grande hauteur, se déverse de tous côtés sur les couches d'air ambiantes ([1]). La

---

([1]) Voir le rapport favorable de MM. Arago, Pouillet et Babinet sur le Mémoire que M. Espy était venu soumettre à l'Académie en 1841 (*Comptes rendus*, t. XII, p. 454). M. Espy était convaincu que la giration n'existait ni dans les cyclones ni dans les tornados. Ses successeurs accordent une giration d'environ un quart de tour. Il attribuait le mouvement de translation de ces météores non pas à un vent ordinaire

théorie de M. Espy est encore celle de MM. Loomis, Meldrum, Archibald, etc., à une légère modification près. Voici en quoi consiste cette variante. On a remarqué que M. Espy avait négligé l'influence de la lente rotation de la Terre sur ces courants centripètes. En en tenant compte, on a vu que l'air, au lieu de marcher en droite ligne vers le centre de la dépression, doit décrire une trajectoire légèrement courbe, une spirale logarithmique faisant à peu près un quart de tour, comme sur le diagramme ci-dessus. Cette correction s'applique bien à l'hypothèse d'un mouvement centripète, mais ici il s'agit d'un mouvement giratoire, et elle n'a plus de sens.

» Pour moi, j'ai été frappé de ce que ces savants météorologistes négligeaient la moitié la plus caractéristique de la question, à savoir le grandiose mouvement de translation des tempêtes, dont personne ne s'était douté avant la découverte des *stormlaws*. Persuadé que, dans la formation d'une théorie, il fallait tenir compte de cette marche régulière des tempêtes tout aussi bien et en même temps que de leurs girations rapides, j'ai été conduit à assimiler les cyclones à ces mouvements tourbillonnaires si fréquents dans les cours d'eau, qui suivent le fil de ces courants tout en diminuant notablement la vitesse, parce qu'ils s'en approprient les inégalités, et qui descendent, tout en marchant, jusqu'au lit du fleuve pour y opérer un travail d'affouillement bien connu des ingénieurs hydrauliciens.

» Alors la trajectoire d'une tempête n'est que la projection sur le sol du fleuve aérien supérieur où elle est née et où son énergie s'alimente, tandis que la violence des girations par lesquelles elle soulève les eaux de la mer, ou bien affouille parfois le sol des continents, s'explique par la concentration progressive que leurs spires subissent en descendant de l'embouchure supérieure et en traversant les couches d'air situées au-dessous.

» Il est naturel de demander si l'observation justifie directement cette assertion que les mouvements giratoires se forment en haut et de là descendent jusqu'au sol à travers des couches d'air immobiles ou animées d'un mouvement quelconque.

» Eh bien, il n'y a qu'à consulter pour cela le cyclone ci-dessus cité de Manille. Les instruments enregistreurs ont prononcé de la manière la

---

qui, produisant un mouvement commun à toute l'atmosphère, ne troublerait pas l'ascension de la colonne d'air humide, mais à l'impulsion que les vents supérieurs communiqueraient à la partie la plus élevée de cette colonne.

plus nette en ma faveur. L'auteur des critiques, dans la *Nature*, m'accuse même à ce sujet de triompher trop tôt; il cherche à amoindrir la portée de phénomènes auxquels les météorologistes ne s'attendaient certes pas. Je me bornerai à répondre en empruntant les propres paroles de M. le Dr Sprung, page 241 de son *Traité de Météorologie :*

» *Ces phénomènes hautement caractéristiques ne peuvent évidemment s'expliquer qu'en admettant que l'air est descendant* (1) *dans la partie centrale d'un cyclone.* Remarquez, dirai-je à mon tour, que c'est justement là où le courant ascendant devrait être le plus énergique si la théorie que je combats était vraie, car cette région centrale répond précisément au minimum de pression barométrique.

» En résumé, ce qui fait l'erreur de la théorie adverse, c'est que l'on y confond deux genres de dépressions bien différentes. Tout cyclone a bien à sa base un minimum barométrique qui l'accompagne partout, quelle que soit sa vitesse, et ses girations violentes sont elles-mêmes l'obstacle qui empêche l'air ambiant d'y affluer ; mais la réciproque n'est pas vraie, tout minimum ne correspond pas à un cyclone.

» La différence immédiatement saisissable, c'est que l'un marche, et même à grande vitesse, dans un sens absolument déterminé, tandis que le second reste en place, comme les maxima auxquels on a donné à tort le nom d'*anticyclones*.

» Dans le premier phénomène, les pressions, au sein des masses d'air supérieures animées de girations rapides, ne se transmettent plus également en tous sens comme à l'état statique ; l'air ne monte pas, il descend, entraînant avec lui les cirrus élevés. L'intrusion violente de ces cirrus dans les couches inférieures chargées d'humidité détermine la formation brusque des averses, de la grêle, du tonnerre.

» Dans les dépressions fixes (2), bien plus faibles d'ordinaire, les choses se passent différemment; l'aspect du ciel y est tout autre ; la succession des phénomènes s'y opère tranquillement ; c'est une question de Météorologie statique. Il s'y produit, vers la périphérie, des brises plus ou moins convergentes (déviées naturellement par la rotation du globe), mais non des girations violentes. L'air y monte avec lenteur. Il peut y avoir

---

(1) J'ajouterai, *et dépourvu de cirrus.* Dans la partie périphérique, il est aussi descendant, mais il entraîne avec lui les cirrus charriés par les courants supérieurs.

(2) M. Teisserenc de Bort en a présenté un exemple frappant dans la traduction française de la *Météorologie* de Mohn, pages 290 et 291.

des pluies, non des averses ou de la grêle. Averses, tonnerres, grêles exigent en effet l'intervention des cirrus qui, dans ce second cas, restent en haut, charriés par les courants supérieurs, ou tombent avec lenteur par le seul effet de la gravité ([1]).

» Cette confusion de deux ordres de phénomènes essentiellement différents trouble depuis plus de cinquante ans la Science météorologique, entrave ses progrès et compromet la sécurité de la navigation. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la culture de la Ramie en Provence.* Lettre de M. **Naudin** à M. Fremy.

« Antibes, 23 juin 1888.

« Vous n'avez sans doute pas oublié que vous m'avez envoyé de la graine de Ramie, venant de Chine, par les soins du P. David, et que vous me recommandiez de semer ici, pour savoir comment la plante y viendrait. Elle a parfaitement réussi. C'est la Ramie blanche, *Bœhmaria nivea*. Les jeunes plantes, après avoir passé l'hiver sans aucune protection, ont été repiquées sur une grande planche, où elles ont maintenant de $0^m,50$ à $0^m,60$ de hauteur. Dès l'année prochaine, elles pourront donner des tiges exploitables.

» Mais nous avons aussi l'autre espèce, la Ramie verte, *B. utilis* ou *tenacissima*, celle-ci déjà ancienne dans le jardin, et non moins rustique que la précédente. Elle y a fait d'énormes touffes, donnant chacune plusieurs centaines de tiges vigoureuses, hautes de $1^m,70$ à 2^m, quoiqu'elles ne soient ni fumées ni arrosées. Dès les premiers jours de juin, elles pourraient fournir une première coupe, et, comme à cette époque il y a encore ici quatre mois de chaleur, on pourrait certainement compter sur une seconde coupe, et peut-être sur une troisième avant l'arrivée de l'hiver. Il paraît donc que la culture des deux Ramies serait profitable en Provence, et à plus forte raison en Corse et en Algérie.

» Pour vous faire juger de l'état actuel de nos Ramies, je vous envoie, mon cher Confrère, un panier dans lequel vous trouverez : 1° un petit bottillon de tiges de Ramie blanche (celle que vous avez envoyée), qui commence sa seconde année; 2° une tige entière de Ramie verte, telle qu'elle

---

([1]) *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1887 : *Sur les orages et la formation de la grêle,* et *Contributions à la Météorologie électrique* du Professeur J. Luvini. Turin, 1888.

est aujourd'hui ; 3° un paquet de lanières toutes fraîches que j'ai détachées d'une dizaine de tiges, travail des plus faciles, et que des femmes et des enfants pourraient faire sans se fatiguer. Vous remarquerez que les fibres de cette Ramie verte sont déjà très résistantes. Elles font des liens excellents pour attacher des plantes à leurs tuteurs.

» Je fais remarquer, en passant, que les feuilles de Ramie sont un très bon fourrage pour les vaches, qui les broutent avidement, et qu'à ce point de vue la plante pourrait encore rendre des services ; seulement, il ne faudrait pas attendre, pour la faucher, que les tiges fussent devenues ligneuses, et à ce compte on ferait cinq à six coupes de fourrage dans une année; mais, pour obtenir ce résultat, il faudrait que les plantes fussent arrosées pendant les fortes chaleurs.

» Vous portez un tel intérêt à la culture de la Ramie que j'ai cru, mon cher Confrère, vous faire plaisir en mettant sous vos yeux les produits que nous en avons obtenus ici, *sans grande peine*, car on peut dire que les plantes viennent toutes seules. Vous pourrez même, sur ces lanières fraîches, essayer les réactifs qui vous ont si bien réussi sur des lanières sèches. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Roche*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 34,

M. Langley obtient.	28	suffrages.
M. Gill »	4	»
M. Auwers »	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. Langley, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Réglage automatique de la vitesse dans les machines à régime variable.* Mémoire de M. **H. Léauté**, présenté par M. Sarrau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Phillips, Lévy, Marcel Deprez, Sarrau.)

« Dans un travail précédent, publié en collaboration avec M. Bérard [1] et dont l'Académie a bien voulu voter l'insertion au *Recueil des Savants étrangers* [2], nous avons fait connaître les moyens dont on dispose pour éviter les accroissements dangereux de vitesse dans les moteurs munis de régulateurs à action indirecte.

» Nous avons montré que ces appareils ne sont pas susceptibles, malgré les perfectionnements dont ils ont été l'objet, de donner la régularité nécessaire à tous les cas, et nous avons indiqué comment, pour une vitesse de régime donnée, il convient de les modifier, afin qu'ils s'opposent, d'une façon plus efficace, à ces accélérations de mouvement si dangereuses quelquefois, soit pour le mécanisme, soit pour la matière travaillée.

» La question, envisagée à ce point de vue, est donc complètement traitée, et l'on sait établir, d'une façon rationnelle, un régulateur quand la machine sur laquelle il est placé doit fonctionner à une vitesse de régime déterminée ou, du moins, dans une zone de régime fixée.

» C'est là le cas général; cependant, pour plusieurs industries, la nature même du travail à effectuer exige que certains mécanismes éprouvent à divers moments des changements notables dans leur vitesse moyenne. On est alors conduit à employer des machines qui fonctionnent successivement à des régimes différents, et il n'est pas rare d'avoir à faire varier la vitesse du simple au double.

» Le problème de la régularisation du mouvement, résolu, comme je viens de le rappeler, pour les machines à régime déterminé, ne l'est pas pour ces mécanismes à vitesses successives différentes; il doit être repris

---

(1) *Sur les moyens de réduire les accroissements momentanés de vitesse dans les machines munies de régulateurs à action indirecte* (*Comptes rendus*, 13 décembre 1886; *Mémorial des Poudres et Salpêtres*, p. 242; 1888).

(2) Rapport de M. Phillips, 7 mars 1887.

à nouveau dans ce cas particulier, fréquent, d'ailleurs, dans la pratique. Le présent travail en fait connaître la solution et donne un procédé de réglage de la vitesse dans les machines à régime variable.

» J'avais le moyen, par mes recherches antérieures, de traiter d'une façon complète cette question intéressante dans les applications.

» Le premier point, en effet, qu'il importe de résoudre consiste à modifier les appareils de régulation en les disposant de telle sorte qu'ils permettent de changer à volonté la vitesse de régime.

» Mais il ne suffit pas, pour cela, d'imaginer un dispositif qui rende variable, selon les besoins, la vitesse d'équilibre de l'appareil à boules; car, en modifiant cette vitesse, on peut faire naître des oscillations à longues périodes et l'on en produit même, à coup sûr, si l'on dépasse certaines limites; il faut, comme je l'ai montré (1), en même temps que l'on fait varier la vitesse de régime, faire varier le degré d'isochronisme et régler les variations de ce dernier sur les variations mêmes de la vitesse.

» De là la nécessité de mettre à la fois dans la main de l'ouvrier la vitesse de régime et le degré d'isochronisme; j'ai fait connaître un appareil qui remplit cette double condition (2).

» Une fois en possession de cet appareil, ayant par lui le moyen de faire varier simultanément les deux éléments dont il s'agit, il suffit, chaque fois qu'on change le régime, de changer en même temps le degré d'isochronisme d'une quantité que la théorie fait connaître et que le mécanisme permet d'obtenir immédiatement; cette opération, qui ne présente aucune difficulté et qui n'exige aucun calcul, peut s'effectuer sans même qu'il soit besoin d'arrêter la machine.

» Le travail que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie, et qui termine les recherches que j'ai entreprises depuis plusieurs années sur la régularisation du mouvement, est ainsi l'application de mes travaux antérieurs sur ce sujet aux machines à régime variable, pour lesquelles la théorie générale n'est pas applicable. »

---

(1) *Mémoire sur les oscillations à longues périodes dans les machines actionnées par des moteurs hydrauliques et sur les moyens de prévenir ces oscillations* (*Comptes rendus*, 19 janvier 1885. — *Journal de l'École Polytechnique*, LVe Cahier).

(2) *Sur un procédé permettant d'obtenir d'un régulateur à boules quelconque le degré d'isochronisme qu'on veut, et de maintenir ce degré d'isochronisme pour toutes les vitesses de régime* (*Comptes rendus*, 25 août 1879, 1er septembre 1879. — *Journal de l'École Polytechnique*, XLVIIe Cahier).

MAGNÉTISME. — *Boussole de terre et de mer, permettant de trouver le méridien malgré le voisinage du fer.* Mémoire de M. **Bisson**, présenté par M. Bouquet de la Grye. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Becquerel, Mascart, Bouquet de la Grye).

« I. L'aiguille aimantée, qui, convenablement placée sur terre, marque la direction vraie du méridien magnétique, donne rarement sur mer une indication exacte, surtout sur les navires en fer et les cuirassés.

» Les diverses actions qui sollicitent la boussole, sur un navire, en dehors des pôles magnétiques de la Terre, *se composent* ensemble à chaque instant et peuvent être considérées comme se résumant en une action résultante égale à celle d'un *aimant unique* constamment variable en intensité et dont les pôles seraient, suivant les époques de l'année ou les heures du jour, suivant les latitudes et les changements de cap du navire dans une même latitude, diversement placés par rapport au compas. La boussole se trouve donc actionnée par deux couples : le couple terrestre et un couple *déviant;* les forces qui constituent le premier changeant de *direction* comme la déclinaison et variant d'*intensité* suivant les latitudes; celles qui constituent le second continuellement variables comme *direction* et *intensité*.

» La résultante des actions de ces deux couples détermine le plan vertical dans lequel l'aiguille vient se placer.

» On peut admettre dans la pratique que les deux plans verticaux dans lesquels sont renfermées la force terrestre et la force *déviante*, à la condition que cette dernière soit éloignée de 2^m à 3^m, seront respectivement *les mêmes* pour deux aiguilles placées à une faible distance l'une de l'autre sur une même verticale; on peut, par suite, admettre que les composantes horizontales des forces *déviantes* sur les deux aiguilles seront parallèles.

» Si l'une quelconque des deux forces agissait isolément sur les deux aiguilles, elle leur donnerait une direction identique; mais, toutes deux agissant simultanément, il n'y aurait identité de direction pour les deux aiguilles que si l'intensité de la composante horizontale de la force déviante était la même pour toutes deux. Il n'en est pas ainsi, sauf dans des cas particuliers que l'on peut toujours éviter.

» Les deux aiguilles sont donc soumises toutes deux à l'action de la Terre; et chacune d'elles, en outre, à l'action de la force *déviante*, laquelle, par rapport aux deux aiguilles, a des composantes horizontales de *même*

direction, mais d'*intensité différente.* Si à ces deux actions on ajoute l'action d'un barreau aimanté placé à égale distance des aiguilles et assez loin d'elles pour que ses actions sur leurs pôles soient égales, les aiguilles se rangeront respectivement dans la direction des résultantes des deux actions de la Terre et du barreau qui sont les mêmes pour toutes deux, d'une part, et des actions *inégales* de la force déviante, de l'autre. Il est clair que, tant que la résultante des actions de la Terre et du barreau ne coïncidera pas avec la direction de la force déviante, les aiguilles ne coïncideront pas non plus; mais il est facile de démontrer que, si l'on fait tourner le barreau autour de l'axe vertical passant par les deux aiguilles, on trouvera deux directions du barreau dans lesquelles les aiguilles seront amenées en coïncidence; que cette direction commune sera celle des forces *déviantes* et que, de plus, elle sera bissectrice de l'angle formé par une des directions du barreau et le prolongement de l'autre en sens contraire. Si l'on prend un barreau tel que son action soit égale à celle de la Terre, l'une des deux directions du barreau sera le méridien magnétique et l'autre formera avec le méridien un angle dont la bissectrice sera la direction commune des deux aiguilles, celle des forces *déviantes*.

» On remarquera que, dans ce dernier cas, on trouve la direction du méridien magnétique; mais que, *dans les deux cas,* on trouve la direction des *forces déviantes*.

» II. S'il existait des Tables complètes des intensités de la composante horizontale terrestre, il serait facile de graduer sur l'instrument la distance à donner au barreau dans chaque latitude, pour que son action soit égale à celle de la Terre; on pourrait recourir aussi à une observation azimutale pour rectifier cette distance, mais j'ai cherché le moyen d'opérer ce réglage sans recourir à aucune donnée extérieure. Me plaçant donc à un autre point de vue, je me propose d'examiner l'effet sur les deux aiguilles soumises à l'action de la Terre et à celles des composantes horizontales différentes, de la force *déviante* d'un barreau placé dans la direction connue de cette force *déviante,* mais à une *hauteur quelconque;* il est clair que, toutes les fois que les deux aiguilles auront été ramenées dans une même direction, on pourra affirmer que, à l'aide de l'action du barreau, celles des forces *déviantes* auront été égalisées; par conséquent, la *différence* des actions du barreau sur les deux aiguilles sera la même que celle des forces *déviantes,* et si, en outre, je puis disposer le barreau de manière que le *rapport* de son action soit *le même* que celui des forces *déviantes*, les actions subies

par les aiguilles seront égales deux à deux et celles-ci seront ramenées dans le méridien magnétique. Il faut donc : 1° exercer sur les deux aiguilles des actions dont la *différence* soit égale à celle des forces *déviantes;* 2° obtenir que ces actions soient *proportionnelles* à celles des forces *déviantes*.

» Je réalise la première de ces deux conditions très facilement, au moyen de deux barreaux (au lieu d'un) placés à *contre-pôles,* de manière à graduer à volonté leur action commune, suivant que j'éloigne plus ou moins l'un d'eux; j'obtiens, enfin, la hauteur à laquelle doivent être placés ces deux barreaux pour exercer sur les deux aiguilles des actions *proportionnelles* à celles des forces *déviantes,* en prenant pour cette hauteur celle à laquelle l'une des deux aiguilles, ou une troisième placée sur la même verticale, éprouverait, sous la seule influence des forces *déviantes* et de la Terre, une déviation un peu inférieure à la moyenne des déviations initiales des deux aiguilles; je démontre que l'erreur qui peut résulter de ce moyen *empirique* est au plus de $\frac{1}{10}$ de millimètre et que cette erreur ne peut influer sur la détermination du méridien que dans une proportion absolument négligeable dans la pratique.

» Des expériences faites sur les cuirassés *l'Océan, le Duperré* et *le Colbert* ont confirmé ces diverses propositions, qui ont fait l'objet d'une savante Notice du capitaine de frégate L. Vidal, publiée dans la *Revue maritime et coloniale* d'octobre 1886.

» III. Bien que, dans ce résumé, je n'aie envisagé la question qu'au point de vue *maritime,* il est clair que mon compas pourra servir sur *terre* comme sur *mer,* notamment dans les mines. Pour ces emplois l'instrument sera même beaucoup plus simple, puisque, la composante horizontale terrestre n'étant plus une *inconnue*, le méridien magnétique sera toujours obtenu à l'aide d'une seule opération, avec un barreau placé à hauteur *fixe,* c'est-à-dire à égale distance des deux aiguilles. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *J. Brongniart,* ayant pour titre : « Contrexéville, 1860-1886; indications et contre-indications du traitement hydrominéral ». (Présentée par M. de Quatrefages.)

2° Un Ouvrage de M. *B. Renault* sur « Les plantes fossiles ». (Présenté par M. Duchartre.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les neiges, les glaces et les eaux de la planète Mars.* Note de M. **Flammarion.**

« Je demande à l'Académie la permission de lui soumettre les faits suivants, en réponse aux considérations qui ont été présentées à la dernière séance par l'un de ses Membres les plus illustres.

» Les glaces polaires fondent plus sur Mars que sur la Terre. C'est là un fait d'observation constante. Tandis que chez nous les expéditions les plus hardies et les plus aventureuses ne sont jamais parvenues à s'approcher à moins de 7° du pôle Nord, et sont restées incomparablement plus éloignées du pôle Sud; tandis que nos deux pôles paraissent constamment entourés de glaces, sur Mars la fusion de ces glaces avec l'élévation du Soleil au-dessus de l'horizon s'opère presque complètement pendant l'été aux deux pôles de la planète, surtout au pôle Sud, dont l'été arrive au périhélie de l'orbite.

» En cette année 1888, la planète nous a encore présenté son hémisphère Nord, par suite de son inclinaison. La limite des glaces polaires boréales a été nettement déterminée : elle s'est graduellement rapprochée du pôle pendant les mois de février, mars, avril et mai derniers. J'estime qu'à la fin du mois de mai, à l'époque de leur minimum, le diamètre de la tache polaire mesurait environ 300^{km} (le solstice d'été est arrivé, pour l'hémisphère boréal, le 16 février dernier, et l'équinoxe d'automne arrivera le 15 août prochain).

» Les neiges des deux pôles ont été depuis longtemps l'objet d'une attention scrupuleuse et de mesures très précises. Voici les principales :

Variations de la tache polaire australe.

1830. — *Observations de Maedler.* — Date du solstice : 18 septembre.

Dates.	Jours avant le solstice.	Diamètre de la tache polaire.	Dates.	Jours après le solstice.	Diamètre de la tache polaire.
		°			°
31 août.......	18	12,7	2 octobre....	13	6,4
13 septembre..	8	11,5	5 »	17	5,7
15 » ..	3	7,3	20 »	32	7,6

1862. — *Observations de Lassell.* — Date du solstice : 9 septembre.

Dates.	Jours après le solstice.	Diamètre de la tache polaire.	Dates.	Jours après le solstice.	Diamètre de la tache polaire.
13 septembre..	4	20°,0	21 octobre	42	8°,6
20 » ..	11	14,5	27 »	48	8,2
22 » ..	13	13,0	15 novembre ..	67	7,1
25 » ..	16	11,1	17 » ..	69	5,5
13 octobre	34	10,6	8 décembre ..	90	7,5
18 »	39	9,3	11 »	93	9,5

1877. — *Observations de M. Schiaparelli.* — Date du solstice : 26 septembre.

Dates.	Jours avant le solstice.	Diamètre de la tache polaire.	Dates.	Jours après le solstice.	Diamètre de la tache polaire.
23 août.......	34	28°,6	30 septembre..	4	12°,5
3 septembre..	23	26,0	2 octobre	6	11,8
10 » ..	16	23,9	10 »	14	10,4
11 » ..	15	20,2	12 »	16	9,5
14 » ..	12	17,4	13 »	17	9,3
16 » ..	10	16,1	14 »	18	7,6
22 » ..	4	14,7	27 »	31	7,0

» On voit par ces chiffres que ces glaces polaires fondent considérablement, beaucoup plus que sur notre planète. L'ensemble des observations montre d'ailleurs que le minimum arrive environ deux mois et demi à trois mois après le solstice. (On sait que l'année de Mars dure 687 jours.) Le phénomène est donc absolument du même ordre que celui qui se passe aux pôles terrestres, mais *plus marqué*.

» Les mesures micrométriques de la même tache polaire australe, faites par M. Schiaparelli en 1879, montrent que cette tache a été réduite à 4° de dimension apparente à la fin de novembre (le solstice austral était arrivé le 14 août). En admettant que ces quatre degrés de dimension apparente représentent, à cause de l'irradiation, le double des dimensions réelles, on voit qu'en 1879 les dimensions réelles de cette tache polaire ont été réduites à 2° ou 120^{km} de diamètre. Elles varient au moins dans la proportion de 900^{km} à 120^{km} de diamètre.

» Comme sur la Terre, ce pôle du froid ne correspond pas au pôle géographique, mais lui est excentrique ; il est placé à environ 6° du pôle géographique, à peu près sur l'intersection du 84e degré de latitude et du

30e degré de longitude. La tache polaire boréale reste toujours beaucoup plus vaste (de deux à trois fois) et présente, en général, de longues ramifications ; mais elle subit, comme la précédente, des variations correspondant aux saisons et à la température.

» Cette fusion des taches polaires pendant l'été est en contradiction manifeste avec l'hypothèse que les continents de Mars seraient des champs de glace et que la température de la planète serait inférieure à celle de la Terre. Elle prouve le contraire, si l'on admet que ces neiges et ces eaux soient de même nature que les nôtres, ce qui n'est pas absolument certain, malgré les investigations de l'Analyse spectrale, car la pression atmosphérique, les points de fusion et de saturation, la composition chimique de l'atmosphère et des liquides, doivent offrir des différences originaires et permanentes avec ce qui existe sur notre planète.

» C'est peut-être ici le lieu de remarquer que la température d'un lieu n'est pas uniquement réglée par sa distance au Soleil, mais encore et surtout par les propriétés physiques de l'atmosphère qui le recouvre. Il y a beaucoup de vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars, ce qui est démontré par les raies d'absorption de son spectre (mais la coloration de la planète n'est pas due à cette cause, puisqu'elle est plus forte au centre du disque, où il y a moins d'épaisseur à traverser que vers les bords). Or c'est la vapeur d'eau qui joue le plus grand rôle dans la conservation des rayons calorifiques reçus. On sait que le pouvoir absorbant de 1^{mol} de vapeur aqueuse est 16000 fois supérieur à celui de 1^{mol} d'air sec. Sans la vapeur d'eau ou quelque protection analogue, notre propre planète resterait constamment glacée. Les vapeurs de l'éther sulfurique, de l'éther formique, de l'éther acétique, de l'amylène, du gaz oléfiant, de l'iodure d'éthyle, du bisulfure de carbone, jouissent des mêmes propriétés, d'après les expériences de Tyndall.

» Remarquons aussi que l'aspect des continents de Mars diffère considérablement de celui des glaces polaires et des neiges qui, parfois, blanchissent certaines régions. Les neiges et les glaces resplendissent d'une blancheur éclatante, tandis que les continents sont colorés d'un jaune très chaud, rappelant le ton des blés mûrs vus du haut d'un ballon.

» L'ensemble des observations faites sur Mars et l'application des connaissances qui se rattachent à l'étude de la constitution physique des planètes conduisent donc à conclure que les glaces polaires n'envahissent point la surface entière de ce globe, mais, au contraire, subissent plus que les nôtres l'influence de la température ; que, relativement à la constitution

physique de ces neiges et de ces eaux, la température produit là des effets au moins aussi sensibles que sur notre planète, et que le monde de Mars n'est pas dans un état glaciaire. »

ALGÈBRE. — *Sur les* criteria *des divers genres de solutions multiples communes à deux équations.* Note de M. **R. Perrin**, présentée par M. Halphen.

« Soient u, v deux polynômes entiers en x des degrés m, n; R leur résultant. En conservant les notations de ma précédente Communication, ces polynômes et leurs dérivées de tout ordre sont liés par $mn+1$ relations, savoir :

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} R = R_{10}u + R_{01}v - \frac{1}{2!}(R_{20}u^2 + 2R_{11}uv + R_{02}v^2) \\ + \frac{1}{3!}(R_{30}u^3 + \ldots)\ldots, \end{aligned}\right.$$

et les mn qui s'en déduisent en différentiant mn fois par rapport à x.

» Si u et v ont des facteurs communs, $R=0$; les n valeurs de u correspondant aux n racines de v s'obtiennent évidemment en faisant, dans la relation (3), $v=0$, ce qui donne l'équation connue, ordinairement employée pour démontrer le théorème de Lagrange relatif aux conditions d'existence de solutions communes multiples. Mais nous pouvons aller plus loin.

» Désignons par α, β, γ, ... des facteurs linéaires; par u_1, v_1 des polynômes premiers entre eux et avec α, β, γ, ...; et supposons que u et v soient, par exemple, de la forme

$$u = \alpha^2\beta^2 u_1, \qquad v = \alpha^2\beta v_1,$$

ce qui entraîne, d'après le théorème de Lagrange, les conditions

$$(4)\qquad R = R_{10} = R_{20} = R_{01} = R_{02} = R_{03} = 0.$$

» L'équation (3) se réduit dès lors à

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} 0 = &- R_{11}\alpha^4\beta^3 u_1 v_1 \\ &+ \tfrac{1}{6}(R_{30}\alpha^6\beta^6 u_1^3 + 3R_{21}\alpha^6\beta^5 u_1^2 v_1 + 3R_{12}\alpha^6\beta^4 u_1 v_1^2) \\ &- \tfrac{1}{24}(R_{40}\alpha^8\beta^8 u_1^4 + \ldots + R_{04}\alpha^8\beta^4 v_1^4) + \ldots. \end{aligned}\right.$$

» Mais, puisque (5) a lieu quel que soit x, il ne peut y exister de terme

isolément non divisible par une puissance de α ou de β qui diviserait tous les autres. Le premier terme, étant dans ce cas, ne peut subsister; d'où la condition

$$(6) \qquad R_{11} = 0.$$

» Prenons ensuite la troisième des relations (2) de ma précédente Communication, en y introduisant les conditions (4) et (6) : elle fournit évidemment les trois valeurs de $\frac{u'}{v'}$ correspondant aux facteurs communs à u et v. Mais le calcul direct montre que l'une de ces valeurs doit être nulle, et les deux autres égales : d'où la condition supplémentaire

$$(7) \qquad 3R_{21}^2 - 4R_{30}R_{12} = 0.$$

» On trouverait d'ailleurs, en suivant la même marche, que chacune des quatre autres hypothèses compatibles avec les conditions (4), savoir

$$\begin{cases} u = \alpha^2\beta\gamma u_1, \\ v = \alpha\beta\gamma v_1, \end{cases} \quad \begin{cases} u = \alpha^3\beta u_1, \\ v = \alpha^2\beta v_1, \end{cases} \quad \begin{cases} u = \alpha^3\beta u_1, \\ v = \alpha\beta^2 v_1, \end{cases} \quad \begin{cases} u = \alpha^4 u_1, \\ v = \alpha^3 v_1, \end{cases}$$

admet un système de conditions supplémentaires spécial et distinct de (6) et (7).

» Le Tableau ci-dessous résume les *criteria* que j'ai calculés par cette méthode, jusqu'au nombre maximum de quatre facteurs linéaires communs :

Facteurs linéaires communs entrant dans		Fonctions qui s'annulent	
u.	v.	(A) d'après le théorème de Lagrange.	(B) spécialement en plus des conditions A.
α	α	R	»
α^2	α	$R,\ R_{01}$	»
$\alpha\beta$	$\alpha\beta$	$R,\ R_{10},\ R_{01}$	»
α^2	α^2		$R_{11}^2 - R_{20}R_{02}$
α^3	α	$R,\ R_{01},\ R_{02}$	»
$\alpha^2\beta$	$\alpha\beta$	$R,\ R_{10},\ R_{01},\ R_{02}$	»
α^3	α^2		R_{11}
$\alpha^2\beta$	$\alpha\beta^2$	$R,\ R_{10},\ R_{01}$ $R_{20},\ R_{02}$	»
$\alpha\beta\gamma$	$\alpha\beta\gamma$		R_{11}
$\alpha^2\beta$	$\alpha^2\beta$		$R_{11},\ (R_{30}R_{03} - R_{21}R_{12})^2 - 4(R_{30}R_{12} - R_{21}^2)(R_{21}R_{03} - R_{12}^2)$
α^3	α^3		$R_{11},\ R_{30}R_{03} - R_{21}R_{12},\ R_{30}R_{12} - R_{21}^2$
α^4	α	$R,\ R_{01},\ R_{02},\ R_{03}$	»

Facteurs linéaires communs entrant dans		Fonctions qui s'annulent	
u.	v.	(A) d'après le théorème de Lagrange.	(B) spécialement en plus des conditions A.
$\alpha^3\beta$	$\alpha\beta$	$R, R_{10}, R_{01}, R_{02}, R_{03}$	»
$\alpha^2\beta^2$	$\alpha\beta$		R_{11}
α^4	α^2		$R_{11}, 3R_{12}^2 - R_{20}R_{04}$
$\alpha^3\beta$	$\alpha\beta^2$	R, R_{10}, R_{01} R_{20}, R_{02}, R_{03}	»
$\alpha^2\beta\gamma$	$\alpha\beta\gamma$		R_{11}
$\alpha^3\beta$	$\alpha^2\beta$		R_{11}, R_{12}
$\alpha^2\beta^2$	$\alpha^2\beta$		$R_{11}, 3R_{21}^2 - 4R_{30}R_{12}$
α^4	α^3		R_{11}, R_{12}, R_{21}
$\alpha^3\beta$	$\alpha\beta^3$	R, R_{10}, R_{01} $R_{20}, R_{02}, R_{30}, R_{03}$	»
$\alpha^2\beta\gamma$	$\alpha\beta^2\gamma$		R_{11}
$\alpha^3\beta$	$\alpha^2\beta^2$		R_{11}, R_{12}
$\alpha\beta\gamma\delta$	$\alpha\beta\gamma\delta$		R_{11}, R_{21}, R_{12}
$\alpha^2\beta\gamma$	$\alpha^2\beta\gamma$		R_{11}, R_{21}, R_{12}, M
$\alpha^2\beta^2$	$\alpha^2\beta^2$		R_{11}, R_{21}, R_{12}, M, N
$\alpha^3\beta$	$\alpha^3\beta$		R_{11}, R_{21}, R_{12}, M, P
α^4	α^4		R_{11}, R_{21}, R_{12}, M, N, P

[M, N, P représentent respectivement les fonctions qui doivent s'annuler pour que la forme $(R_{40}, R_{31}, R_{22}, R_{13}, R_{04})(x, y)^4$ possède un facteur double, deux facteurs doubles, ou un facteur triple.]

» A l'inspection de ce Tableau, on remarque les deux lois suivantes :

» 1° *Les conditions de Lagrange prises* seules (*dérivées unilatérales de* R *s'annulant jusqu'à* R_{p0} *et* R_{0q} *inclus*) *signifient que*

$$u = \alpha^q \beta u_1, \qquad v = \alpha\beta^p v_1 ;$$

» 2° *L'évanouissement de* toutes *les dérivées de* R *jusqu'à l'ordre p inclus, signifie que u et v ont un diviseur commun de degré* $p+1$; *les divers cas d'égalité des facteurs de ce diviseur entraînent les mêmes cas d'égalité pour les facteurs de la forme binaire ayant pour coefficients les dérivées partielles de* R *de l'ordre* $p+1$. »

ARITHMÉTIQUE. — *Sur la représentation graphique des diviseurs des nombres.* Note de M. **Saint-Loup**, présentée par M. Darboux.

« Je me suis proposé d'examiner si une distribution particulière des nombres dans un plan pouvait conduire à quelques résultats sur la répar-

tition des nombres premiers. J'avais d'abord pensé que la distribution en triangle arithmétique pouvait être favorablement choisie, parce qu'elle partage les nombres en séries suivant une loi simple. J'ai bien été conduit à un résultat assez curieux, qui consiste en ce que les multiples d'un même nombre sont disposés sur une parabole de paramètre constant, ainsi qu'à certaines formules, en nombre indéfini, renfermant des nombres qui n'admettent jamais certains diviseurs en nombre indéfini et faciles à assigner. Mais il ne m'a pas paru que ces recherches m'aient donné une solution satisfaisante du problème que j'avais en vue.

» Il était évident qu'une disposition, répartissant les multiples d'un nombre suivant des droites, pouvait donner lieu à des résultats conduisant à des conclusions pratiques plus aisément réalisables.

» On obtenait ce résultat par la distribution rectangulaire; bien que, dans la distribution en triangle arithmétique, la lecture d'un nombre fût facile, elle devenait plus simple encore dans la nouvelle distribution.

» Le principe de la recherche consiste donc dans la substitution d'un point à un nombre, qui se lit comme tout nombre d'une Table à double entrée, et dans l'indication, au point considéré, des diviseurs du nombre dont il tient la place.

» Écrivons sur une ligne horizontale les 600 premiers nombres de la suite naturelle en omettant les nombres pairs, ce qui donne 300 points; 300 points situés au-dessous du premier représentent les 300 nombres suivants, et ainsi de suite. Ces points se trouveront immédiatement marqués en prenant du papier quadrillé, et il est évidemment facile de trouver le point correspondant à un nombre donné, et inversement.

» Considérons un nombre premier quelconque, 17 par exemple, et marquons tous les multiples de 17: nous obtenons une distribution rectiligne de ces multiples qui sont aux points d'intersection d'un système de droites parallèles, par un autre système de droites parallèles.

» Ce système est défini par le point 17 et deux points voisins: si on le trace, les droites passeront par tous les points où se trouvent des multiples de 17. En faisant un tracé semblable pour 19, 23, ..., on aura couvert le plan d'une série de réseaux qui deviendra rapidement inextricable, si déjà il n'est pas obscur au premier tracé.

» Il est, en effet, difficile de reconnaître les sommets d'un quadrillage par lesquels passe une droite qui joint deux d'entre eux.

» Pour éviter cette confusion, il suffit de substituer à la ligne continue une ligne interrompue, c'est-à-dire de joindre de deux en deux les points

successifs en ligne droite. Il résulte de cet artifice, d'une part, une définition précise des points; d'autre part, la direction de la droite, ou son coefficient d'inclinaison, devient un élément caractéristique du diviseur auquel elle correspond. Ainsi, pour 17, le coefficient d'inclinaison est 3 : si donc en un point du tableau passe une droite *terminée* à ce point et ayant pour coefficient 3, ce point correspond à un multiple de 17. Si la droite n'est pas terminée au point, c'est qu'elle n'y passe pas. Il n'est pas inutile d'observer que le coefficient d'inclinaison n'est pas un nombre absolument défini, car on peut définir un réseau par une infinité de systèmes de droites; on prendra le coefficient d'inclinaison qui déterminera le tracé le plus clair : ainsi, pour 17, on aurait pu prendre $-\frac{1}{5}$, mais les droites seraient plus longues et par suite leur distance moindre, conditions qui changeraient le dessin.

» La détermination des coefficients d'inclinaison résulte du tracé direct de trois points non en ligne droite. Mais elle peut aussi se faire par un calcul simple et l'on peut déterminer *a priori*, étant donnée la période de chaque horizontale du Tableau, quels sont les nombres premiers correspondant à un coefficient d'inclinaison donné.

» On ne saurait indiquer dans un Tableau graphique qu'un nombre limité de diviseurs; mais, d'une part, on reconnaît aisément qu'au-dessous d'environ 10000000 un nombre n'a pas plus de 4 diviseurs distincts au-dessus de 7. D'autre part, si l'on admet comme coefficients d'inclinaison des rapports dont les termes varieraient de 1 à 13, ce qui n'est pas excessif pour le tracé, on aurait 56 coefficients d'inclinaison distincts et autant de négatifs. On pourrait donc représenter 112 diviseurs. En s'arrêtant à 11 comme grandeur maximum des termes du rapport, on peut représenter tous les diviseurs premiers jusqu'à 200. Pratiquement, cette représentation serait suffisamment étendue si on l'appliquait aux nombres premiers inférieurs à 150, c'est-à-dire à environ 30 nombres premiers. Cette limite est assignée par le problème du calcul des rouages.

» Lorsqu'on n'a pas en vue de figurer les diviseurs, mais seulement les nombres premiers, il suffit de supprimer les points multiples; les points restants correspondent aux nombres premiers, en sorte que ceux-ci fournissent les éléments de l'application des lois régulières d'où dépend le prolongement de la série qu'ils forment.

» Les considérations qui précèdent semblent pouvoir utilement conduire à une solution pratique du problème de la détermination des *nombres premiers* et des erreurs que peuvent contenir les Tables actuelles. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination des constantes et du coefficient d'élasticité dynamique de l'acier.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Sarrau.

« Dans une série de Communications précédentes (*Comptes rendus* des 11, 25 juillet et 1er août 1887), j'ai indiqué une méthode simple pour déterminer le rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ des constantes de Lamé pour un corps solide et, par suite, son coefficient d'élasticité dynamique, en me fondant sur la théorie des vibrations des plaques circulaires de Kirchhoff.

» En l'appliquant à des disques d'un acier fondu dont je ne connaissais ni la provenance, ni la composition, ni les qualités physiques, j'avais trouvé $\frac{\lambda}{\mu} = 2$ et, pour le coefficient d'élasticité, $q = 20608$.

» J'ai fait les mêmes recherches sur six disques d'aciers de composition, de propriétés, de fabrication bien définies, provenant de l'usine du Creusot, et que M. l'ingénieur Barba a bien voulu me faire préparer et envoyer. En voici d'abord la composition et les propriétés déterminées à l'usine, d'après les procédés qui y sont ordinairement employés :

Aciers.	Limite d'élasticité. (1)	Charge de rupture. (1)	Allongement élastique. (2)	Coefficient d'élasticité. (2)	Carbone.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.
1. Très doux.	23,5	36,5	0,0520	19250	0,12	0,022	0,066	0,058	0,26
2. »	23,2	35,5	0,0500	20000	»	»	»	»	»
3. Mi-doux..	31,8	52	0,0500	20000	0,43	0,125	0,026	0,028	0,51
4. »	26,5	50,5	0,0512	19550	»	»	»	»	»
5. Dur......	39,8	70,1	0,0472	21170	0,64	0,160	0,032	0,033	0,71
6. »	40,2	69,4	0,0495	20200	»	»	»	»	»

» I. *Détermination de* $\frac{\lambda}{\mu}$. — Reprenons la formule de Kirchhoff

$$n = f(\theta, d, c)\sqrt{\frac{q}{\delta}\frac{(1+2\theta)^2}{(1+\theta)(1+3\theta)}\frac{e}{l^2}},$$

(1) Les nombres des colonnes 2 et 3 représentent des kilogrammes par millimètre carré.

(2) Les nombres de la colonne 4 correspondent à 1kg par millimètre carré et par mètre de longueur; ils sont déterminés sur une longueur de 200mm seulement, ce qui fait que les coefficients *statiques* de la colonne 5 ne présentent pas de grandes garanties de précision.

dans laquelle e est l'épaisseur d'un disque, l le diamètre, q le coefficient d'élasticité, δ la densité, d le nombre des nodales diamétrales, c celui des nodales circulaires correspondant aux divers harmoniques, $\theta = \frac{\lambda}{2\mu}$, n le nombre de vibrations complètes, f une fonction déterminée par la théorie.

» Soient

n_0 le nombre de vibrations du son fondamental pour lequel $d = 2$, $c = 0$;
n_1 le nombre de vibrations du premier harmonique, pour lequel $d = 0$, $c = 1$.

» On voit que, *pour un même disque*, $\frac{n_1}{n_0} = \frac{f(\theta, 0, 1)}{f(\theta, 2, 0)}$.

» Or, d'une part, la théorie permet de *calculer* ce rapport pour toutes les valeurs de θ : en voici 7 calculées entre les limites $\theta = \frac{1}{2}$ et $\theta = 1$.

$\theta = \frac{\lambda}{2\mu}$	0,50	0,60	0,70	0,80	0,838	0,90	1,00
$\frac{n_1}{n_0}$ ou $\frac{f(\theta, 0, 1)}{f(\theta, 2, 0)}$.	1,615	1,641	1,665	1,687	1,695	1,708	1,729

» D'autre part, n_1, n_0, et, par suite, $\frac{n_1}{n_0}$ peuvent être déterminés *par l'expérience* pour chaque disque. C'est ce que j'ai fait en comparant, par la méthode des battements, le son fondamental et le premier harmonique de chacun d'eux aux sons de deux diapasons bien étalonnés, gradués et munis de curseurs. Voici les résultats obtenus :

Aciers.	n_1.	n_0.	$\frac{n_1}{n_0}$.	$\frac{n_1}{n_0}$ moyen.
1. Très doux..........	903	528	1,710	1,710
2. »	901	526,8	1,710	
3. Mi-doux............	899,4	530	1,694	1,6955
4. »	898,8	530,4	1,697	
5. Dur.................	906	524,65	1,727	1,7275
6. »	906,2	524,4	1,728	

» En comparant les nombres de la dernière colonne à ceux des trois dernières colonnes du Tableau précédent, on voit qu'on a, très approximativement : pour les disques 1 et 2, $\lambda = 1,8\mu$; pour les disques 3 et 4, $\lambda = 1,7\mu$; pour les disques 5 et 6, $\lambda = 2\mu$.

» Il en résulte les conclusions suivantes :

» 1° Si l'égalité $\frac{\lambda}{\mu} = 1$ est, comme l'indique de Saint-Venant, caractéristique de l'*isotropie* d'un corps élastique, les aciers ci-dessus définis ne sont nullement isotropes.

» 2° Il est remarquable que des aciers aussi différents que les aciers *très doux* et *durs*, au point de vue de leurs propriétés physiques et de leur composition chimique, diffèrent si peu quant au rapport $\frac{\lambda}{\mu}$.

» Dans une prochaine Communication, je donnerai les résultats obtenus dans la recherche des coefficients d'élasticité. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action combinée de l'insufflation et de l'illumination sur les couches électriques qui revêtent les corps conducteurs.* Note de MM. E. Bichat et R. Blondlot, présentée par M. Lippmann.

« I. Un plateau et un grillage, découpés dans la même feuille de laiton et bien décapés, sont disposés en regard l'un de l'autre. On fait tomber sur le plateau, à travers les mailles du grillage, un faisceau de lumière électrique obtenu en employant un charbon positif contenant une âme en aluminium. Le plateau est relié à l'une des paires de quadrants d'un électromètre, l'autre paire de quadrants étant reliée au grillage et au sol. On constate que le plateau prend, par l'illumination, une charge positive, c'est-à-dire perd de l'électricité négative. Le potentiel qu'il acquiert est de 3 à 4 volts.

» II. Les choses étant ainsi disposées, si l'on vient à diriger contre le plateau un courant d'air, on constate aussitôt que la déviation de l'électromètre devient six à sept fois plus grande. L'expérience réussit avec de l'air parfaitement desséché, comprimé dans un réservoir jusqu'à 8^{atm}; on obtient déjà des effets très marqués en agitant simplement l'air dans le voisinage du plateau à l'aide d'une feuille de carton. Tout effet de l'insufflation disparaît d'ailleurs quand on supprime la lumière.

» III. Il faut remarquer que, dans cette expérience, la face du plateau sur laquelle on fait agir la lumière ne possède au début aucune charge, puisque, à ce moment, le plateau et le grillage, ayant été reliés l'un à l'autre, sont au même potentiel. L'électricité négative enlevée par l'illumination ou par le souffle ne provient donc pas d'une charge statique apparente existant à la surface du plateau.

» On pouvait objecter toutefois que l'état physique des surfaces du grillage et du plateau n'est peut-être pas identique et que, par suite, il existe de petites charges statiques sur les faces en regard du condensateur qu'ils forment. Pour éclaircir ce doute, nous avons fait l'expérience suivante.

Au lieu de mettre le grillage en communication avec le sol, on le relie au pôle négatif d'une pile dont le pôle positif est au sol. En employant une pile de force électromotrice d'environ 2 volts, on peut être sûr, lorsque le plateau est relié au sol, que sa face interne est revêtue d'une charge positive, puisque les différences de potentiel entre les couches qui recouvrent deux métaux en contact n'atteignent jamais cette valeur. Les choses étant ainsi disposées, le plateau est mis en communication avec l'un des pôles d'un électromètre, dont l'autre pôle est constamment au sol. On l'illumine alors, et l'on constate qu'il devient négatif, c'est-à-dire qu'il perd de l'électricité positive. Si maintenant on insuffle de l'air sur le plateau, on voit aussitôt la déviation de l'électromètre changer de sens et devenir très grande, ce qui indique que le plateau perd de l'électricité négative, bien qu'il soit recouvert d'une couche d'électricité positive. Il est donc certain que *l'électricité qui est enlevée par l'insufflation n'est pas prise à la charge statique du plateau.*

» En remplaçant l'électromètre par un galvanomètre très sensible, on peut observer des faits analogues aux précédents.

» 1. Le grillage et le plateau étant réunis par l'intermédiaire du galvanomètre sans l'interposition d'aucune pile, si l'on illumine le plateau à travers le grillage, on ne constate la production d'aucun courant appréciable. Si l'on vient à diriger sur le plateau un courant d'air sec à une pression de 7^{atm} à 8^{atm}, on constate aussitôt la production d'un courant qui indique que le plateau perd de l'électricité négative : c'est la répétition, sous une autre forme, de la première expérience faite avec l'électromètre, avec cette différence toutefois que le galvanomètre, moins sensible que l'électromètre, n'indique pas le dégagement de l'électricité sous l'influence de la lumière seule avant l'insufflation [1].

» 2. Si l'on intercale dans le circuit une pile de 60 éléments de Volta dont le pôle négatif est relié au plateau, l'illumination donne, comme on sait, naissance à un courant. Si, lorsque le courant est devenu constant, on insuffle de l'air sec sur le plateau, on observe une forte augmentation de la déviation galvanométrique. Il peut arriver cependant exceptionnelle-

---

(1) Cette moindre sensibilité fait que certaines expériences, qui réussissent avec l'électromètre, donnent un résultat négatif avec le galvanomètre. C'est ainsi que M. Stoletow n'a obtenu aucun résultat en remplaçant, dans une expérience que nous avons précédemment décrite, la lame d'eau par une feuille de carton mouillée. En réalité, avec l'électromètre, le carton mouillé donne un effet des plus marqués.

ment, dans des circonstances que nous n'avons pu définir encore, que l'insufflation produise, au lieu d'une augmentation, une légère diminution de la déviation.

» Tous ces phénomènes ne se produisent que grâce à l'illumination : l'insufflation sans illumination reste absolument sans effet.

» Nous croyons que tous les faits décrits dans cette Note peuvent être expliqués en admettant que l'action combinée de la lumière et de l'insufflation agit non seulement sur la charge apparente de la surface du plateau due à son électrisation préalable, mais encore sur la moitié située dans l'air de la couche double qui produit la différence électrique entre l'air et le métal. Il suffit de supposer que le métal est positif par rapport à l'air. Les courants produits par l'insufflation nous paraissent tout à fait analogues à ceux que l'on obtient en plongeant deux lames métalliques dans un électrolyte et agitant l'une d'elles. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le mécanisme de l'électrolyse par les courants alternatifs.* Note de MM. **J. Chappuis** et **G. Maneuvrier**, présentée par M. Lippmann.

« I. On considère comme un fait classique qu'il n'est pas possible d'électrolyser le sulfate de cuivre par les courants alternatifs. On explique l'absence de tout phénomène électrolytique, dans ce cas, en disant que le cuivre déposé sur chaque électrode par l'un des courants est immédiatement redissous par le courant inverse. On présente même cette expérience négative comme une preuve de l'égalité des deux courants induits successifs, au point de vue de leur quantité d'électricité. Nous avons pu justifier cette explication en rendant *visible* la décomposition du sulfate de cuivre, comme nous l'avions fait pour l'eau acidulée; toutefois, cette nouvelle expérience est à la fois plus complexe que la précédente (¹) et plus difficile à réaliser.

» Si l'on substitue, en effet, dans le voltamètre à fils de platine, une solution concentrée de sulfate de cuivre pur à l'eau acidulée, des courants d'une intensité moyenne de $2^{amp},5$, qui produisaient précédemment un abondant dégagement de gaz tonnant, ne donnent plus rien dans le sulfate, sauf un échauffement considérable; mais si l'on réduit alors les

(¹) *Comptes rendus*, séance du 18 juin 1888.

dimensions des électrodes à $0^{mm},1$ en diamètre et 20^{mm} en longueur (6^{mmq} environ en surface), on y fait apparaître à la fois un dégagement gazeux et un dépôt de cuivre.

» L'électrolyse réussit également bien avec des électrodes en cuivre de mêmes dimensions. On voit, dès que les courants passent, monter simultanément une nappe de fines bulles gazeuses avec un nuage brun rouge de cuivre pulvérulent, et les électrodes elles-mêmes prennent rapidement l'aspect du cuivre spongieux, fraîchement réduit.

» II. Il semble donc résulter de l'ensemble de nos expériences que, dans l'électrolyse par les courants alternatifs, il est toujours possible de réaliser une sorte d'équilibre entre la *vitesse de décomposition* de l'électrolyte et la *vitesse de recombinaison* de ses éléments. Une fois cet équilibre atteint, il n'y a plus, ou il n'apparaît plus, d'électrolyse proprement dite. Mais alors toutes les circonstances qui feront prédominer la première vitesse sur la seconde feront *réapparaître* les produits de l'électrolyse; toutes celles, au contraire, qui feront prédominer la vitesse de recombinaison les feront *disparaître de nouveau.*

» Au premier rang des circonstances accélératrices de l'électrolyse, nous devons citer la *densité du courant,* c'est-à-dire le rapport de son intensité moyenne à la surface des électrodes. Il est évident, en effet, que, si l'on accroît d'une part la quantité d'électricité qui traverse l'électrolyte, et qu'on diminue d'autre part la surface des électrodes, on fera prédominer la vitesse de décomposition sur la vitesse de recombinaison et qu'on favorisera l'apparition et le dégagement des produits de l'électrolyse : c'est ce que nos expériences ont vérifié dans l'électrolyse de l'eau acidulée.

» On conçoit également que les électrodes et l'électrolyte puissent influer, par l'intervention de leurs affinités chimiques ou de leurs propriétés physiques, sur la vitesse de recombinaison. La facilité de l'électrolyse doit donc dépendre aussi de la nature des électrodes et de l'électrolyte. C'est ce que nos expériences comparatives ont vérifié dans les électrolyses de l'eau acidulée et du sulfate de cuivre par des électrodes en platine et en cuivre.

» On peut prévoir enfin que la rapidité plus ou moins grande des alternances doive, toutes choses égales d'ailleurs, jouer un rôle important dans l'apparition ou la disparition des phénomènes électrolytiques. Car, si l'on supposait que la succession des deux courants induits devînt assez lente pour que les produits de l'électrolyse du premier courant eussent disparu

de l'électrode, soit par dégagement direct, soit par diffusion, avant que les produits du courant inverse y eussent apparu, il n'y aurait plus de recombinaison possible : chacun des courants alternatifs se comporterait successivement, dans le voltamètre, comme un courant continu de courte durée. On voit donc que le ralentissement des alternances doit, toutes choses égales d'ailleurs, faciliter l'apparition de l'électrolyse et que l'accélération des alternances doit produire l'effet contraire. C'est ce que nous avons pu vérifier par des expériences directes.

» III. L'emploi, comme électromoteur, de machines dynamo-électriques *à excitatrice séparée* nous a permis de faire varier la rapidité des alternances, sans toucher à l'intensité moyenne ni, par suite, à la densité des courants. En effet, d'une part, en portant la vitesse de rotation de la machine de 1500 tours par minute à 2600 tours, nous élevions le nombre des alternances de 100 par seconde à 173; d'autre part, en modifiant convenablement l'intensité du champ magnétique inducteur, par l'intermédiaire du courant de l'excitatrice, nous pouvions maintenir constante l'intensité moyenne des courants induits. Nous avons fait, dans ces conditions, les deux expériences suivantes :

» 1° La machine tournant à sa vitesse ordinaire (qui est de 2000 tours par minute et correspond à 133 alternances par seconde), nous réglons l'intensité des courants de manière à réaliser l'*état d'équilibre*, c'est-à-dire à faire disparaître tout dégagement gazeux dans un voltamètre à eau acidulée. Si, à ce moment, on laisse tomber la vitese à 1500 tours, on voit les gaz réapparaître et se dégager abondamment sur les électrodes.

» 2° La machine tournant à sa vitesse ordinaire de 2000 tours, nous réglons la densité du courant de manière à produire un dégagement gazeux notable et régulier. Si, à ce moment, on pousse la vitesse à 2600 tours, tout dégagement disparaît immédiatement.

» On peut d'ailleurs, dans l'un et l'autre cas, annuler l'effet de cette variation de vitesse par une modification convenable de la densité. Ainsi, dans la première expérience, on fera disparaître de nouveau les gaz en augmentant la surface des électrodes ; et on les fera réapparaître, dans la seconde expérience, en réduisant cette surface.

» IV. On voit donc que les variations de la rapidité des alternances et les variations de la densité des courants influent sur l'électrolyse en sens contraire, et qu'on pourra manifester l'électrolyse avec des courants de densité médiocre, pourvu qu'on ralentisse suffisamment les alternances. C'est ainsi qu'on s'explique que de la Rive ait pu, dès 1837,

facilement décomposer l'eau acidulée par les courants alternatifs des machines *magnéto-électriques* récemment inventées [1]. Il a pu réaliser le dégagement du gaz tonnant sur de larges électrodes de platine, ayant jusqu'à 8^{cmq} de surface : de sorte que la difficulté, pour lui, semble avoir été de faire disparaître les gaz, tandis qu'elle était, pour nous, de les faire apparaître. Cette différence résulte de ce fait que l'électromoteur employé par de la Rive donnait au plus 50 alternances par seconde, tandis que nos machines dynamo-électriques en donnent 100 au minimum.

» V. De cette étude expérimentale des diverses circonstances qui influent sur l'électrolyse par les courants alternatifs, nous pourrons déduire, avec les lois numériques de ces divers phénomènes, les règles générales qui devront diriger l'utilisation de ces courants pour ce genre d'applications. »

THERMOCHIMIE. — *Application du principe de Carnot aux réactions endothermiques.* Note de M. **Pellat**, présentée par M. Sarrau.

« M. Potier [2], en appliquant aux réactions chimiques l'inégalité de Clausius $\left(\int \frac{dQ}{T} < 0\right)$, a montré qu'une réaction endothermique n'est possible que si la température des corps réagissants est supérieure à celle où la réaction devient réversible (température de dissociation ou d'antidissociation). M. Potier suppose, du reste, que la température des corps réagissants est la même que celle des sources qui fournissent la chaleur.

» Nous allons distinguer la température t des corps qui donnent lieu à la réaction endothermique de la température T de la source A qui fournit, sous forme de chaleur par rayonnement ou par conductibilité, toute l'énergie nécessaire à cette réaction. T ne peut pas être inférieur à t, mais il peut lui être supérieur, et même très supérieur si la source A agit par rayonnement. En faisant cette distinction, l'application du principe de Carnot va nous conduire à une loi analogue à celle de M. Potier, mais plus générale.

» Considérons un corps explosif ou un mélange explosif a provenant

---

(1) De la Rive, *Recherches sur les propriétés des courants magnéto-électriques Comptes rendus,* p. 835; 1837).

(2) *Journal de Physique*, 2e série, t. V, p. 56-57.

d'une réaction endothermique à laquelle des corps b ont donné naissance, par exemple du chlorure d'azote ou un mélange détonant d'oxygène et d'hydrogène; on ne peut pas élever indéfiniment la température de ce corps ou de ce mélange explosif a sans que la réaction exothermique inverse de la précédente se produise spontanément et régénère le système b ([1]) : vers 500° un mélange d'oxygène et d'hydrogène détone en reproduisant l'eau; bien au-dessous de cette température, le chlorure d'azote se décompose spontanément. Nous appellerons T_1 la plus basse température à laquelle la réaction exothermique se produit nécessairement. Cette définition donnée, voici la loi :

» 1° *La température* T *de la source* A *ne peut être inférieure à* T_1;

» 2° *Si la température des corps réagissants est inférieure à* T_1, *la température* T *de la source* A *doit être d'autant plus élevée au-dessus de* T_1 *que la réaction considérée est plus fortement endothermique.*

» Dans le cas où la température t des corps qui donnent lieu à la réaction endothermique est supérieure à T_1, comme on doit toujours avoir $T \geqq t$, il en résulte $T > T_1$ et la première partie de la loi est satisfaite. Voici la démonstration de cette première partie dans l'autre cas, celui où t est inférieur à T_1.

» Grâce à la source A, produisons la réaction endothermique et la température t; portons les produits a de cette réaction à la température T_1 au moyen de la chaleur q fournie par des régénérateurs de chaleur R; à T_1 la réaction exothermique se produit et il y a une quantité de chaleur créée, que les corps céderaient à une source B à T_1^o; les produits b de cette réaction sont ensuite refroidis par les régénérateurs de chaleur R jusqu'à t; ils céderont ainsi à R une quantité de chaleur q' sensiblement égale à q; en faisant agir de nouveau la source A, nous pourrions répéter indéfiniment ce cycle d'opérations, par lequel de la chaleur prise à une source A à T° serait transportée sur une source B à T_1^o, sans autre transport de chaleur, puisque les régénérateurs reçoivent ce qu'ils ont donné ([2]), et sans fournir

---

([1]) Dans le cas où la réaction exothermique engendrerait un ensemble de produits différents de b, le raisonnement qui sert à établir la loi ne serait plus rigoureux. Ce cas ne se présentera jamais, bien entendu, si la réaction exothermique donne naissance à un seul produit, ou si les corps simples mis en présence ne peuvent fournir qu'un seul composé.

([2]) La quantité q ne pourrait différer notablement de q' que dans le cas où les produits a ou b éprouveraient un changement d'état physique. Si q est supérieur à q', la conséquence du raisonnement subsiste *a fortiori*; si, au contraire, q est inférieur à q',

de travail [1]. D'après l'axiome de Clausius, équivalent, comme on le sait, au principe de Carnot, ceci n'est possible que si l'on a $T \geqq T_1$.

» Du reste, comme la réaction exothermique qui se produit à T_1 porte les produits *b* à une température T_2, d'autant plus élevée au-dessus de T_1 que la première réaction est plus fortement endothermique, ces produits *b* peuvent céder de la chaleur à une source C à une température supérieure à T_1, mais inférieure à T_2. En partant de cette idée, et en appliquant le principe de Carnot, on arrive, d'après la connaissance de T_1 et de T_2, à déterminer une température K, d'autant plus élevée au-dessus de T_1 que T_2 est plus élevée, à laquelle la température T de la source A doit être supérieure pour que cette source puisse fournir sous forme de chaleur toute l'énergie nécessaire à la réaction endothermique, quand celle-ci se produit à une température *t* inférieure à T_1. Par exemple, dans le cas où la réaction endothermique serait la décomposition de l'eau, comme on a environ $T_1 = 500°$ et $T_2 = 2200°$, on trouve $K = 890°$: une source à une température inférieure à 890° ne peut produire la décomposition de l'eau au-dessous de 500° [2].

» Le plus souvent, dans les expériences de laboratoire, la seule source de chaleur est constituée par les parois des vases qui renferment les substances réagissantes, et la température de la source ne diffère pas sensiblement de celle de ces substances : c'est le cas où s'est placé M. Potier. La température des corps doit alors, d'après notre loi, être supérieure à T_1, pour que la réaction endothermique puisse se produire, et, par conséquent, elle ne peut se produire que dans les conditions de réversibilité; on retrouve ainsi la loi de M. Potier.

» Ceci nous montre l'impossibilité d'effectuer des réactions endothermiques dans des vases opaques aux basses températures ($< T_1$). Mais cette impossibilité n'existe plus si l'on fait agir par rayonnement une source à température élevée, ce qu'on exprime habituellement en

---

il en résulte une faible diminution pour la valeur de la limite K à laquelle la température de la source doit être supérieure, et, comme K est notablement plus élevé que T_1, la température limite reste supérieure à T_1, sauf, peut-être, dans le cas de quelques réactions très faiblement endothermiques.

(1) Nous négligeons ici le travail des pressions extérieures, en général très faible, et tout à fait nul si les réactions se font dans des vases inextensibles, ce qu'on peut toujours supposer.

(2) La démonstration de la deuxième partie de la loi, dont nous n'indiquons ici que le principe, paraîtra prochainement dans le *Journal de Physique*.

disant que c'est la *lumière* qui a accompli la réaction. Ainsi l'acide carbonique de l'air est décomposé, à la température ordinaire, par les parties vertes des végétaux et le carbone s'unit aux éléments de l'eau; c'est là une réaction fortement endothermique; aussi n'est-elle possible que par le rayonnement d'une source à température très élevée : le Soleil. Notre loi permet d'affirmer (si toutefois le principe de Carnot reste exact pour les transformations accomplies chez les êtres vivants) que l'action chlorophyllienne ne peut avoir lieu que sous l'influence d'une source à une température notablement plus élevée que celle où les produits végétaux commencent à prendre feu.

» Plus la température d'une source est élevée, plus son spectre s'étend loin du côté de l'ultra-violet. Sans prétendre expliquer complètement par le principe de Carnot l'efficacité bien connue des radiations très réfrangibles pour produire les réactions chimiques, nous ferons remarquer pourtant que certaines réactions endothermiques pourront être effectuées par des radiations très réfrangibles, tandis qu'elles ne pourront pas l'être, d'après notre loi, par des radiations moins réfrangibles, parce que celles-ci peuvent être émises par des sources à température trop basse. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques composés des métaux de la cérite.* Note de M. L. **Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« Nous avons cherché à obtenir quelques sels nouveaux avec les métaux de la cérite, c'est-à-dire le cérium, le lanthane et le didyme, en employant un procédé dont nous avons donné précédemment la description ([1]), et qui consiste à faire agir les phosphates alcalins sur les oxydes des métaux considérés.

» Voici le résumé de nos recherches à ce sujet :

» *Cérium et lanthane.* — L'oxyde de cérium sur lequel nous avons opéré était débarrassé complètement de lanthane et de didyme par la méthode des azotates fondus dans dix fois leur poids de nitre, due à M. Debray.

» L'oxyde de lanthane, séparé du didyme par la méthode de de Marignac, qui consiste à traiter les oxalates des deux métaux par l'acide azotique, était exempt de cérium, et sa solution nitrique concentrée ne présentait plus les bandes d'absorption du didyme, même sous une épaisseur assez

([1]) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 1599.

grande. Après calcination à l'air, l'oxyde de lanthane restait parfaitement blanc.

» Le cérium et le lanthane fournissent, par les réactions que nous envisageons, des produits absolument identiques, comme forme cristalline et comme composition chimique; ils diffèrent seulement par la couleur. Tout ce que nous disons au sujet du cérium peut se répéter pour le lanthane.

» Le *métaphosphate* de potasse fondu donne avec l'oxyde céroso-cérique le phosphate tribasique

$$Ph^5O,\ 3CeO\ (Ce = 46,6) \quad \text{ou} \quad PhO^5,\ Ce'^2O^3\ (Ce' = 70),$$

selon la notation que l'on adopte.

» Ce sel, insoluble dans les acides et qui cristallise en prismes jaunes, clinorhombiques, a été préparé un trop grand nombre de fois pour que nous y insistions davantage.

» Le lanthane donne de même le phosphate tribasique PhO^5, $3LaO$ ($La = 46$) ou PhO^5, La'^2O^3 ($La' = 69$), isomorphe du précédent, mais en prismes sensiblement incolores.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate* de potasse donnent, quand on les sature d'oxyde au rouge vif, avec le cérium l'orthophosphate double

$$PhO^5,\ 2CeO,\ KO \quad \text{ou} \quad 3PhO^5,\ 2Ce'^2O^3,\ 3KO$$

et avec le lanthane, l'orthophosphate double

$$PhO^5,\ 2LaO,\ KO \quad \text{ou} \quad 3PhO^5,\ 2La'^2O^3,\ 3KO.$$

» Ces deux sels, isomorphes, sont cristallisés en prismes droits à base rhombe, à axes peu écartés, qui paraissent hémimorphes.

» Leurs densités respectives sont 3,8 et 3,5 à 20°.

» Ils sont solubles dans les acides.

» L'addition de chlorure de potassium au mélange fondu donne naissance au phosphate tribasique : ainsi, en traitant par une quantité suffisante de chlorure alcalin le pyrophosphate de potasse saturé d'oxyde, qui repris par l'eau donnerait le phosphate double précédent, on voit la masse fondue et limpide se troubler, et il ne tarde pas à se déposer au fond du creuset des cristaux de phosphate tribasique, lesquels se forment à l'exclusion de tout autre produit.

» Le *métaphosphate* de soude donne avec les oxydes de cérium ou de

lanthane, suivant les proportions employées, d'abord les pyrophosphates

$$2PhO^5, 3CeO, NaO \quad \text{ou} \quad 2PhO^5, Ce'^2O^3, NaO,$$

et

$$2PhO^5, 3LaO, NaO \quad \text{ou} \quad 2PhO^5, La'^2O^3, NaO,$$

en prismes clinorhombiques, solubles dans les acides, déjà observés par M. Wallroth. En employant une plus forte proportion d'oxyde, on obtient le phosphate tribasique de cérium ou de lanthane, facilement séparable, grâce à son insolubilité dans les acides, du pyrophosphate précédent qui peut s'y trouver mêlé.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate* de soude donnent avec les oxydes de cérium ou de lanthane les orthophosphates

$$2PhO^5, 3CeO, 3NaO \quad \text{ou} \quad 2PhO^5, Ce'^2O^3, 3NaO$$

et

$$2PhO^5, 3LaO, 3NaO \quad \text{ou} \quad 2PhO^5, La'^2O^3, 3NaO.$$

» L'action du chlorure de sodium est la même que dans le cas du phosphate double de potasse ; elle tend à produire, quoique avec moins de facilité, le phosphate tribasique.

» *Didyme.* — L'oxyde de didyme que nous avons employé était exempt de lanthane, mais n'avait pas été traité en vue de la séparation des autres oxydes, tels que le samarium, qu'il aurait pu contenir. Cependant son équivalent semblait très voisin de celui du didyme pur (71 d'après M. Clève).

» L'oxyde de didyme se comporte avec les *phosphates* de potasse comme ceux de cérium et de lanthane. Il donne, dans les mêmes conditions que celles décrites précédemment, soit le phosphate tribasique de didyme, soit le phosphate double

$$PhO^5, 2DiO, KO (Di = 47,3) \quad \text{ou} \quad 3PhO^5, 2Di'^2O^3, 3KO (Di' = 71).$$

» Avec le *métaphosphate* de soude, nous avons obtenu non seulement le phosphate tribasique qu'avait pu obtenir M. Wallroth, mais encore le pyrophosphate $2PhO^5, 3DiO, NaO$ ou $2PhO^5, Di'^2O^3, NaO$, isomorphe des sels correspondants de cérium et de lanthane.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate* de soude donnent les mêmes produits avec le didyme qu'avec le cérium et le lanthane, c'est-à-dire l'orthophosphate

$$2PhO^5, 3DiO, 3NaO \quad \text{ou} \quad 2PhO^5, Di'^2O^3, 3NaO.$$

» En résumé, les trois métaux cérium, lanthane et didyme forment, au point de vue des réactions qui nous occupent, un groupe absolument homogène, donnant des pyrophosphates de la formule

$$2PhO^5, 3MO, NaO,$$

et des orthophosphates des formules

$$PhO^5, 2MO, KO \quad \text{et} \quad 2PhO^5, 3MO, 3NaO.$$

» Ces phosphates sont caractérisés par la facilité avec laquelle ils donnent le phosphate tribasique (¹). »

CHIMIE. — *Sur le chlorhydrate de chlorure cuivrique.* Note de M. **Paul Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai publié récemment (*Comptes rendus*, CVI, 1724) une Note sur la préparation, les propriétés et la composition d'un chlorhydrate de chlorure cuivrique. Je dois faire observer que M. Engel avait antérieurement (*Comptes rendus*, CVI, 273) publié un travail sur ce sujet. Dans ce travail, qui m'avait échappé et dont je me plais à reconnaître la priorité, ce savant indique le phénomène du minimum de solubilité et signale la formation du chlorhydrate, en aiguilles rouges très altérables, sans doute identique à celui que j'ai de nouveau préparé.

» Mais il lui assigne une composition fort différente de celle que j'ai trouvée moi-même ; ce serait :

Notation atomique...........	$CuCl^2, HCl, 3H^2O$.
Notation en équivalents......	$2CuCl, HCl, 6HO$.

» Au contraire, j'ai obtenu :

Atomes......................	$CuCl^2, 2HCl, 5H^2O$,
Équivalents.................	$CuCl, HCl, 5HO$.

» Cette dernière formule est, à part l'eau, analogue à celle du chlorhydrate de chlorure de cadmium, $CdCl, HCl, 7HO$, trouvé par M. Berthelot.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement et de recherches de la Sorbonne.

» Voici les résultats comparés des analyses :

	Calculé pour CuCl, HCl, 5HO.	Trouvé. (Sabatier.)	Trouvé. (Engel.)
CuCl pour 100	45,1	47,3	59,9
HCl pour 100	24,4	23,2	15,9

» Je crois pourtant que M. Engel et moi avons préparé le même chlorhydrate. Mais, dans le procédé d'essorage mécanique employé par M. Engel, la substance ne peut, si vite qu'on procède, échapper à la décomposition, et j'ai échoué même dans une atmosphère de gaz chlorhydrique : l'auteur avoue lui-même que la masse est verte extérieurement par suite de la dissociation.

» Le procédé Recoura seul fournit des cristaux très nets et bien séchés, sans aucune trace de destruction. Pourtant, même alors, il est visible que les analyses devront toujours donner un léger déchet d'acide chlorhydrique, avec un faible excès de chlorure cuivrique. La composition du chlorhydrate me paraît donc être bien réellement

CuCl, HCl, 5HO.

» M. Engel a donné les solubilités du chlorure cuivrique pour des acidités variables, à 0°. J'ai fait des mesures semblables à 21°,5 ; le Tableau suivant fournit les nombres d'équivalents d'acide (HCl = 36,5) et de chlorure (CuCl = 67,2) contenus dans une dose constante d'eau, $100^{éq}$ (HO = 9).

	Densité approchée.	HCl. éq	CuCl. éq
I	1,50	0	11,91
II	1,47	0,95	10,56
III	1,44	1,76	8,36
IV	1,31	4,19	5,69
V	1,28	6,22	4,32
VI	1,27	7,45	3,86
VII	1,34	14,02	6,46
VIII	1,38	15,25	7,26
IX	1,43	16,95	8,19

» Le relèvement de la solubilité est bien plus marqué qu'à zéro. »

CHIMIE. — *Sur un chlorhydrate de chlorure de cobalt.* Note de M. **Paul Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« Le chlorure de cobalt est précipité de sa solution aqueuse saturée quand on ajoute de l'acide chlorhydrique. On peut obtenir ainsi des hydrates inférieurs, comme l'a montré M. Ditte; mais, lorsque la proportion d'acide croît de plus en plus, la solubilité du sel ne décroît pas toujours, mais passe par un minimum comme pour le chlorure de cuivre.

» Voici quelques résultats obtenus à 19° : ils indiquent les nombres d'équivalents d'acide et de chlorure (CoCl = 65) unis à 100^{éq} d'eau (HO = 9) dans des liqueurs saturées de sel et d'acidité croissante :

	Densité approchée.	HCl.	CoCl.
		éq	
I	1,397	0	7,77
II	1,307	1,99	6,13
III	1,256	9,16	3,29
IV	1,290	12,41	4,57
V	1,314	16,24	4,70

» Cette dernière liqueur exposée à l'air dégage de l'acide chlorhydrique, et dépose des aiguilles de chlorure sous-hydraté bleu-améthyste. C'est la démonstration visible du minimum, qui pourtant est moins accusé que pour le cuivre. Il y a lieu de conclure à la formation d'un chlorhydrate. En effet, les liqueurs refroidies donnent un dépôt pulvérulent (cristallin) bleu pâle, qui paraît être le composé. Il se détruit promptement quand on veut le sécher, en donnant du chlorure améthyste.

» Certaines difficultés matérielles ne m'ont pas permis jusqu'à ce jour de déterminer sa formule. J'espère y revenir prochainement. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction artificielle des micas et sur celle de la scapolite.* Note de M. **Doelter**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le résumé succinct des recherches qui m'ont permis d'arriver à la reproduction artificielle des principaux minéraux du groupe des micas.

» Le procédé employé a consisté à chauffer un silicate naturel ou arti-

ficiel de composition convenable avec une petite quantité d'un fluorure alcalin. La température nécessaire au succès de l'opération était le rouge sombre; elle ne devait pas être dépassée.

» Le culot obtenu dans chaque cas était rempli de nombreux cristaux dont la composition chimique a été contrôlée et dont les propriétés optiques et cristallographiques, la dureté, le poids spécifique, etc., ont été reconnus conformes à ceux de la variété de mica dont la reproduction avait été recherchée.

» Comme silicates naturels servant de matière première avec un fluorure alcalin, j'ai employé la hornblende, la glaucophane et l'augite alumineuse, le grenat, le chlorite, l'andalousite.

» Les micas reproduits sont les suivants :

» La biotite;

» La phlogopite;

» La muscovite;

» La lépidolite (variété zinnwaldite).

» Dans une expérience faite pour obtenir la muscovite artificielle, j'ai constaté dans le culot, outre ce mica, la présence d'un minéral à un axe quadratique. Un autre essai m'a permis d'arriver à recueillir presque seul le minéral en question, dont la composition et les propriétés cristallographiques et optiques sont celles de la scapolite naturelle. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches physiologiques sur la substance organique hydrogénant le soufre à froid.* Note de M. **J. de Rey-Pailhade**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans le cours de mes recherches sur la substance d'origine organique hydrogénant le soufre à froid ([1]), que j'ai appelée *philothion*, j'ai constaté des faits nouveaux, dont j'ai l'honneur d'adresser les conclusions à l'Académie.

» Quand on traite la levure par les réactifs, on observe que la mort de cet organisme précède toujours la destruction de cette substance.

» L'alcool méthylique concentré l'enlève facilement à la cellule de la levure. Un courant d'air traversant pendant deux heures une solution alcoolique de ce corps ne le décompose pas sensiblement. Cette

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 11 juin 1888.

substance existe dans le blanc d'œuf de poule frais, dans le sang frais de mouton ([1]). La bile fraîche d'agneau, l'urine normale d'homme n'en renferment pas.

» On trouve aussi ce corps dans le règne végétal, mais en moins grande abondance que dans le règne animal. Il existe dans les sommités des jeunes pousses d'asperges, détachées de leur tige depuis peu de temps; mais les jeunes graines de fèves et de pois n'en contiennent pas.

» Le philothion est engendré par la vie évolutive de la levure; il se combine au soufre, suivant une équation dont l'hydrogène sulfuré est un des facteurs.

» Agissant comme une diastase, il vient ajouter une preuve de plus à la théorie de la fermentation de M. Berthelot. C'est le premier exemple connu d'un corps extrait d'un organisme vivant, doué de la propriété d'hydrogéner le soufre ([2]). »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques espèces nouvelles de Céponiens.* Note de MM. **A. Giard** et **J. Bonnier.**

« Les Céponiens ou Épicarides parasites des Décapodes brachyoures n'étaient connus, jusque dans ces dernières années, que par un très petit nombre d'espèces fort insuffisamment décrites. Depuis la publication de notre monographie du *Cepon elegans*, suivie d'une revision du groupe, nous avons reçu de riches matériaux d'étude qui nous permettent d'étendre considérablement les notions acquises sur ces curieux Isopodes.

» M. le professeur A. Milne-Edwards nous a communiqué un Céponien parasite de *Nautilograpsus minutus* Fab. de la mer des Sargasses. M. le professeur J.-R. Henderson, de Madras, nous a envoyé un *Portunicepon* parasite de *Thalamita callianassa* Herbst de la mer des Indes. Enfin M. A. Agassiz ayant bien voulu nous confier, pour la décrire, la superbe série d'Épicarides du Muséum d'Harvard College (Cambridge, Mass.), nous avons trouvé dans cette collection un type fort intéressant, recueilli aux îles de la Société, sur *Trapezia dentifrons* Latr.

([1]) De Rey-Pailhade, *Recherches expérimentales pour expliquer l'absorption du soufre introduit par la voie gastro-intestinale* (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*; 1886).

([2]) Ces recherches seront publiées *in extenso* dans le *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse.*

» Le *Cepon* du *Nautilograpsus*, que nous appellerons *Grapsicepon Edwardsi*, paraît être une espèce relativement abondante. Sur 326 *Nautilograpsus* recueillis le 4 août 1883 (campagne du *Talisman*), 32 portaient des parasites, soit à droite, soit à gauche de la carapace; 2 étaient infestés simultanément à droite et à gauche; les deux sexes sont également atteints par le *Cepon*.

» Ce parasite ne produit aucune déformation apparente sur la carapace des *Nautilograpsus*. Il est aisé néanmoins de constater sa présence à cause de la transparence des téguments du Crabe, qui permet de distinguer vaguement les contours du Bopyrien. La couleur rougeâtre de la femelle adulte de *Grapsicepon Edwardsi* se conserve assez bien dans l'alcool et facilite beaucoup la recherche. L'influence exercée sur les organes internes de l'hôte semble des plus légères. Bon nombre de femelles de *Nautilograpsus* infestées portent des œufs sous la queue en quantité aussi considérable que les femelles saines.

» Comme chez tous les *Grapsicepon*, les lames pléales de la femelle de *G. Edwardsi* sont finement et régulièrement frangées. La patte-mâchoire a exactement la même forme que chez *G. Messoris* Kossmann, mais se distingue spécifiquement par l'absence de toute denticulation. Il existe deux bosses dorsales sur le milieu des sixième et septième segments thoraciques : la plus grande est sur le septième segment.

» On ne connaissait pas jusqu'à présent les mâles des *Grapsicepon*. Celui de *G. Edwardsi* est fort remarquable : par sa dégradation, beaucoup moindre que celle des autres Céponiens, il se rapproche des *Leidya*. La pigmentation est très forte; les anneaux du pléon vont en se rétrécissant très rapidement d'avant en arrière; chacun d'eux porte des pattes pléales *biarticulées*. Les appendices latéraux du pygidium, sans être aussi longs que chez le mâle de *Leidya*, sont très saillants et infléchis du côté ventral. Les boutons ventraux médians s'étendent jusque sur les trois premiers segments pléaux et sont parfois très pigmentés.

» Nous n'avons pu étudier qu'imparfaitement le *Cepon* parasite de *Trapezia dentifrons*. N'ayant à notre disposition qu'un exemplaire unique recueilli par J.-M. Barnard (*fide* A. Garrett), nous avons dû nous abstenir de toute dissection; mais le seul examen extérieur de ce parasite, que nous nommons *Grapsicepon amicorum*, présente déjà un grand intérêt. Il existe, en effet, encore aujourd'hui, une certaine hésitation sur la position systématique des *Trapezia*. Le professeur H.-Milne Edwards faisait de ces Crustacés, sous le nom de *Cancériens quadrilatères*, un groupe intermé-

diaire entre les Catométopes et les Cyclométopes, auxquels il les reliait par les *Eriphia*.

» E. Nauck, en s'appuyant sur les caractères fournis par l'armature stomacale, considère les *Trapezia* comme tout à fait distincts des Cyclométopes et tend à les rapprocher de la division des Hétérodontes, dans laquelle il place les Gélasimides et les Pinnothérides.

» L'étude du *Grapsicepon amicorum* semble plutôt fournir des arguments en faveur de l'opinion de Milne-Edwards. La femelle est très grande relativement à la taille de l'hôte. Elle est d'une couleur brunâtre et le tégument dorsal est luisant comme celui de *Trapezia*. Il n'y a pas de bosses dorsales, ce qui rapproche cette espèce du *Cepon typus* dont elle diffère, d'ailleurs, complètement par la forme des pelotes coxales. Les lames et les appendices du pléon sont semblables à ceux du *Grapsicepon*; le mâle est très pigmenté, les boutons ventraux existent jusque sur le premier anneau du pléon seulement; ils sont volumineux et couverts de squames denticulées. Les pléopodes sont biarticulés, à article terminal rudimentaire. Les lobes latéraux du pygidium sont beaucoup plus courts que chez *Grapsicepon Edwardsi*. En somme, les caractères de cette espèce le rapprochent plus des Céponiens parasites des Grapses que des *Leidya*, parasites des Gélasimes; aussi, pour éviter l'établissement de coupes génériques trop nombreuses, nous la plaçons provisoirement dans le genre *Grapsicepon*.

» Nous appelons *Portunicepon Hendersoni* le Céponien parasite de *Thalamita callianassa* Herbst (*Goniosoma* A. M.-Edw.). Cette espèce paraît assez fréquente à Madras, d'où le professeur Henderson nous en a envoyé quatre exemplaires sur des Thalamites recueillis en 1887 dans des eaux peu profondes. Le parasite produit une très légère déformation de la carapace. La femelle se distingue immédiatement de celle du *Portunicepon portuni* Kossmann en ce qu'elle n'a que deux bosses dorsales sur les sixième et septième segments thoraciques (celle du sixième segment beaucoup plus grande que la suivante). Les franges des appendices pléaux sont assez fines, mais inégales, et le pléon est moins allongé que chez les *Grapsicepon*. Le mâle est très dégradé, le pigment est rare et les lobes latéraux du pygidium se confondent presque avec la partie médiane; les pattes pléales sont très rudimentaires; cependant elles existent, tandis qu'elles feraient complètement défaut, d'après Kossmann, chez *Portunicepon portuni*. Les boutons ventraux sont peu visibles et bien moins saillants que chez les *Grapsicepon*. En résumé, comme on pouvait s'y attendre d'après la position

systématique de l'hôte, le parasite des Thalamites se rapproche surtout des Cépons des *Portunus* et nous le plaçons provisoirement dans le genre Portunicepon.

» Jusqu'à présent les Bopyriens ont été rencontrés sur les Crustacés vivants dans de petites baies aux eaux tranquilles. Le *Grapsicepon Edwardsi* nous prouve que la mer des Sargasses fournit aussi des conditions de milieu favorables à ces animaux; on y connaissait déjà d'ailleurs le *Bopyroides latreuticola* Gissler, parasite du *Latreutes* (*Hippolyte*) *ensiferus* M.-Edw. Mais une découverte récente vient démontrer que même les Crustacés des grandes profondeurs ne sont pas à l'abri des atteintes des Épicarides. M. le professeur A. Milne-Edwards a bien voulu nous remettre un superbe Bopyrien, *Pleurocrypta formosa* G. et B., parasite du *Ptychogaster formosus* A. M.-Edw., splendide espèce de Galathéide draguée à 946^{m} de profondeur aux îles Canaries, pendant la campagne du *Talisman*. Nous publierons prochainement la description de cet Épicaride, mais nous ne voulons pas terminer cette Note sans remercier publiquement MM. A. Milne-Edwards, A. Agassiz et J.-R. Henderson pour les précieux matériaux qu'ils nous ont permis d'utiliser. »

ZOOLOGIE. — *Sur la distribution géographique du genre* Diaptomus. Note de MM. **J. de Guerne** et **J. Richard**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les travaux récents relatifs aux faunes lacustres ont appelé l'attention sur les Calanides d'eau douce. Ces Copépodes, et particulièrement les *Diaptomus*, sont beaucoup plus nombreux en espèces et beaucoup plus répandus qu'on ne le croit généralement.

» Si l'on en excepte quelques formes récemment décrites (¹), la plupart des types vulgaires ont été confondus et signalés sous le nom de *Diaptomus castor*. Il en résulte que la distribution géographique de ces espèces ne peut être établie d'une manière complète. Toutefois, les nombreux documents qu'il nous a été possible de réunir et le gracieux concours de plusieurs zoologistes (²) nous permettent de tracer, en laissant de côté toutes

(¹) Voir dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*, vol. XIII, février et juin 1888, la description de huit *Diaptomus* nouveaux, par MM. Richard, Lilljeborg, Poppe, Richard et de Guerne.

(²) Nous devons remercier à ce sujet tout particulièrement les professeurs Lillje-

les observations douteuses, le Tableau de la répartition du genre *Diaptomus* à la surface du globe.

» Les espèces européennes que nous admettons ([1]), sans tenir compte des formes purement nominales ou insuffisamment décrites, sont au nombre de *quinze*. Parmi elles, *six* espèces ne sont connues qu'en une seule localité de l'extrême nord, du centre ou du midi de l'Europe (Laponie, Allemagne, Russie, Espagne). *Trois* autres paraissent propres aux régions montagneuses de l'Europe centrale, mais n'ont jamais été rencontrées ensemble. Le reste, c'est-à-dire : *D. castor* Jurine, *D. cæruleus* O.-F. Mül., *D. denticornis* Wierz., *D. gracilis* G.-O. Sars, *D. graciloides* Lilljeb. et *D. laticeps* G.-O. Sars, se trouve plus ou moins répandu dans le nord, l'est et l'ouest de l'Europe.

» On ne connaît en France et dans les Iles Britanniques que *D. castor* et *D. cæruleus*, signalés également en Suède et en Allemagne. *D. cæruleus* vit en troupes nombreuses dans les eaux claires d'une certaine étendue; *D. castor*, au contraire, se rencontre dans de petites mares ou dans la région littorale des lacs. *D. gracilis* se trouve dans toute l'Europe septentrionale et centrale; c'est la plus répandue des formes lacustres; une espèce voisine, *D. graciloides*, se rencontre dans toute la Suède jusqu'en Laponie russe (Lilljeborg). *D. denticornis* est connu en Scandinavie, en Suisse et dans les monts Tatra. *D. laticeps*, signalé en Finlande ([2]) et en Norvège, a été reconnu par S.-A. Poppe dans le Salzigersee, près Halle-sur-Saale.

» On connaît en Asie, dans des points fort distants les uns des autres, île de Behring, Turkestan, Changhaï, Ceylan et Jérusalem, *six* espèces de *Diaptomus*. Il est certain que des recherches ultérieures feront découvrir dans ce pays un grand nombre d'autres formes; cela est d'autant plus vraisemblable que, sauf en ce qui concerne le Turkestan, les types actuellement signalés ont été rencontrés à une faible distance des côtes.

» Les recherches ont été presque nulles en Afrique ; les *deux* seuls

---

borg, G.-O. Sars, Wierzejski et M. Poppe, qui ont bien voulu nous communiquer des types peu connus ou des descriptions d'espèces inédites.

([1]) Voir notre *Revision des Calanides d'eau douce*, qui paraîtra prochainement dans le volume I des *Mémoires de la Société zoologique de France*, 1888).

([2]) C'est à tort, selon nous, que le Dr O. Nordqvist réunit *D. laticeps* à *D. gracilis* (*Die Calaniden Finlands*, Bidr. till Känned. af Finl. Nat. och Folk, part 47, p. 7, note 3).

Diaptomus rapportés de ce continent sont nouveaux. Tous deux proviennent d'Algérie. L'un a été recueilli près d'Alger par M. Letourneux; l'autre, découvert aux environs d'Oran par M. le Dr Raphaël Blanchard, a été retrouvé par lui à Temacin, au sud de Tougourt.

» En Amérique, les *Diaptomus* n'ont été l'objet que d'un petit nombre de travaux aux États-Unis. Parmi beaucoup d'espèces mal définies, on peut en distinguer *cinq* qui, très certainement, ne représentent pas la richesse totale du genre dans ce pays (1).

» L'Amérique du Sud n'a fourni encore qu'un *Diaptomus* bien reconnaissable; une autre espèce, rapportée de Patagonie par C. Darwin, indique toutefois l'extension du genre jusque dans les régions australes.

» D'ailleurs, *quatre* espèces signalées en Océanie font présager que le genre est largement représenté dans l'hémisphère sud. Le professeur G.-O. Sars a du reste obtenu, à Christiania, un *Diaptomus* encore inédit, en cultivant des vases rapportées sèches d'Australie.

» Ce fait présente un haut intérêt au point de vue de la répartition géographique du genre. Il indique un moyen facile de dissémination et permet d'expliquer la présence d'un *Diaptomus*, en quantité considérable, aux environs d'Oran (*voir* ci-dessus), dans des chotts qui restent à sec durant la majeure partie de l'année.

» Nous ferons remarquer également à ce propos que certains *Diaptomus* paraissent s'adapter facilement à des eaux de salure très différente. Le Dr Raphaël Blanchard a recueilli l'espèce déjà mentionnée, dans des eaux qui tenaient en dissolution, le 1er avril 1888, jusqu'à 29gr, 15 de chlorures par litre. Ce Copépode se trouvait à la même époque dans des eaux ne contenant pas plus de 14gr, 04 de chlorures par litre. Des faits analogues ont été précédemment signalés en ce qui concerne *D. salinus* (2) et *D. laticeps*. Cette dernière espèce vit aussi bien dans les eaux douces de la Scandinavie que dans le Salzigersee, près Halle, dont les eaux renferment 0, 15 pour 100 de sels.

» En résumé, le genre *Diaptomus* peut être regardé comme cosmopolite. Suivant toutes probabilités, des recherches ultérieures amèneront la découverte d'espèces nouvelles en différents points du globe et permettront

(1) Bucholtz a signalé, sous le nom de *castor*, un *Diaptomus* recueilli au Groenland oriental, en février 1870, et dont la détermination nous paraît douteuse.

(2) Espèce insuffisamment décrite par von Daday.

de constater la distribution géographique beaucoup plus étendue des formes décrites. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur un nouveau genre de Chytridinées parasite des Algues.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Duchartre.

« Je remarquai pour la première fois, il y a trois ans, à l'intérieur de quelques cellules de Conjuguées, des formations dont il me fut impossible alors de saisir la signification; depuis cette époque, je les retrouvai à plusieurs reprises aux environs de Caen, sans parvenir d'ailleurs à les classer même approximativement; il devenait certain que j'avais affaire à un parasite à développement très particulier; mais était-ce une Monadinée, un Protozoaire, ou bien était-ce un Champignon inférieur?

» Il m'a été possible cette année d'étudier à nouveau ces formations; elles appartiennent à une Chytridinée qui, par certains caractères, s'éloigne sensiblement de celles que nous connaissons; elle devra constituer un nouveau genre que je désigne sous le nom de *Micromyces*, à cause de ses faibles dimensions.

» Les Conjuguées, à l'intérieur desquelles habite ce parasite, vivent sur la terre humide ou dans des eaux peu profondes; elles appartiennent au genre *Zygogonium*. Le même filament d'Algue a souvent plusieurs de ses cellules attaquées; la cellule à l'état normal renferme un noyau central, deux corpuscules amylifères; la chlorophylle colore presque entièrement le protoplasma. La présence du parasite détermine d'abord un renflement localisé à la partie médiane de la paroi cellulaire; c'est dans ce renflement que viennent se placer, en une masse irrégulière verte, les deux corpuscules; le parasite se loge au-dessous, au contact; à mesure qu'il grossit, le renflement de la paroi s'accentue et l'amas chlorophyllien disparaît; *la digestion se fait par la surface du corps.*

» Le parasite a une forme sphérique; il montre une partie centrale finement granuleuse et une zone externe plus ou moins ridée; un peu plus tard, une paroi de cellulose limite la zone interne; elle porte de longues épines qui paraissent s'être formées aux dépens de la zone externe; la cellule épineuse ainsi formée a un diamètre de 8μ à 10μ.

» Au moment de la reproduction, le protoplasma tout entier sort de sa

cellule et, au contact de l'enveloppe vide, produit un sporange composé; à cet effet, le protoplasma s'entoure d'une membrane et se divise ordinairement en quatre parties qui constituent autant de sporanges; dans chacun de ces sporanges s'organisent bientôt une centaine de zoospores; une déhiscence se produit à la partie supérieure du sporange composé et les zoospores s'échappent au dehors; leur mouvement est saccadé, brusque comme dans les *Chytridium*. J'ai noté chez ces zoospores, malgré leur petitesse extrême (1μ), un globule oléagineux et un long cil. Il reste parfois dans les sporanges une dizaine de zoospores qui ne peuvent parvenir à sortir; l'observation de leurs mouvements est alors relativement facile.

» Comme toutes les espèces qui habitent des endroits soumis à des alternatives de sécheresse et d'humidité, le *Micromyces* s'enkyste assez fréquemment; les cellules épineuses, au lieu de produire immédiatement un sporange composé, épaississent davantage leur membrane; les épines deviennent également plus grosses; le tout prend une couleur brun rougeâtre prononcée. On rencontre ces kystes souvent groupés au nombre de trois ou quatre dans la même cellule.

» A cause de son habitat, je désigne cette espèce sous le nom de *Micromyces Zygogonii* sp. n. Elle est assez commune et c'est sans aucun doute à la difficulté toute particulière de son étude qu'il faut attribuer l'absence complète de renseignements à son sujet; seul le caractère du mode de nutrition, tel que nous l'avons précisé dans des publications antérieures, permettait de la séparer nettement des Monadinées zoosporées, qui offrent le même aspect et ont un habitat identique. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maladie vermiculaire des Avoines.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« Les cultivateurs de la Brie ont depuis longtemps remarqué une maladie de l'Avoine qui leur fait éprouver parfois des pertes notables et dont la cause leur est inconnue. Les pieds attaqués tallent beaucoup, forment touffe, mais ne montent pas; ils sont arrêtés dans leur croissance et meurent sans produire ni paille ni grappe. Non seulement les pousses ne s'allongent pas, mais elles présentent un aspect tout spécial qui permet de distinguer une touffe atteinte par la maladie, même quand elle est encore bien verte et vigoureuse, d'une touffe jeune dont la tige n'a pas encore grandi : le rudiment de chaume et la partie inférieure des gaines de feuilles qui l'en-

tourent se renflent de façon à former une sorte de bulbe ; en outre, souvent les jeunes pousses de tallage, tout en se gonflant à leur base, se contournent et se déforment.

» Les pieds d'Avoine malade, devenus ainsi bulbeux, ont été comparés par les cultivateurs à de petits poireaux. Aux environs de la Ferté-sous-Jouarre, où j'ai étudié cette maladie qui cause d'importants dégâts dans les terres d'alluvion des bords de la Marne, on dit que ces avoines sont *poireautées*.

» On a attribué le mal au manque de consistance du sol, à la sécheresse, aux fumures, etc. ; en réalité, la cause en est demeurée inconnue jusqu'ici. L'examen anatomique des pieds malades m'a permis de reconnaître que l'altération en est due à l'introduction dans la jeune tige et la base des gaines des feuilles de vers nématoïdes d'une extrême finesse. C'est une maladie vermiculaire analogue à celle que M. Kühn a décrite en Allemagne sur la Cardère et sur les Seigles, etc., à celle que M. Joannès Chatin a étudiée sur l'Oignon ordinaire et que j'ai observée sur les Jacinthes, etc.

» Les maladies vermiculaires des plantes cultivées sont produites par des Anguillules se rapportant, soit au genre *Tylenchus*, soit au genre *Heterodera*. Les premières ont, même à l'état adulte, la forme de fil ou de serpent ; dans les Anguillules du genre *Heterodera*, au contraire, les femelles, après avoir été filiformes à l'état de larve, comme les *Tylenchus*, se gonflent après la fécondation au point de perdre leur forme nématoïde et de prendre celle d'un petit ballon ou d'un citron rempli d'œufs. C'est au genre *Heterodera* qu'appartient le Nématode de la Betterave, dont les ravages ont depuis quelques années attiré vivement l'attention des cultivateurs et des savants. Parmi les Anguillules appartenant au genre *Tylenchus*, qui attaquent les plantes cultivées, il convient de distinguer deux types différents. Les unes vivent à l'état de larve à la surface des feuilles et des tiges jeunes, puis font naître des galles à l'intérieur desquelles elles prennent la forme adulte et se reproduisent. Telle est l'Anguillule bien connue du Blé ; ce qu'on nomme les grains niellés du Blé sont des galles remplies de larves du *Tylenchus Tritici*. Les autres *Tylenchus* pénètrent dans l'intérieur des tiges et des feuilles, y vivent et s'y multiplient en causant dans la plante dont ils se nourrissent l'altération des tissus entre les cellules desquels ils se glissent.

» Dans l'Avoine poireautée, les cellules de la tige et de la base des gaines de feuilles sont courtes, gonflées, peu adhérentes les unes aux autres et laissent entre elles des lacunes où l'on trouve à la fois des *Tylen-*

chus adultes mâles et femelles, des œufs et des larves à tout état de développement. Il en est de même pour les Oignons, les Cardères, les Trèfles et les Seigles attaqués par des Anguillules. Les petits vers qui attaquent ces diverses plantes ont été rapportés, bien que fort semblables, à des espèces différentes, mais il n'est pas certain que plusieurs ne soient séparées à tort. M. Kühn a prouvé expérimentalement que l'Anguillule qui désorganise les têtes des Cardères peut infester les pieds de Seigle.

» A la Ferté-sous-Jouarre, les cultivateurs n'ont pas observé que la maladie des Avoines gagnât d'autres plantes; mais ils ne cultivent guère, sur les terres où j'ai vu le mal fort intense, que du Blé et de l'Avoine alternativement, l'Avoine revenant tous les deux ans dans le même champ. Le moyen qui semble le plus simple et le plus efficace pour arrêter la propagation de la maladie est de cultiver dans les champs infestés des plantes sur lesquelles l'Anguillule de l'Avoine ne puisse vivre en parasite : les Betteraves et les Pommes de terre sont certainement dans ce cas. Quant au Trèfle et à la Luzerne, ils peuvent être attaqués par un *Tylenchus*. Il est vrai qu'il a été considéré comme espèce spéciale et décrit sous le nom de *Tylenchus Havensteinii;* cependant des expériences de culture me paraissent nécessaires pour constater si l'Anguillule de l'Avoine ne peut pas attaquer soit le Trèfle, soit d'autres plantes. Il est permis d'en attendre des renseignements utiles pour fixer l'ordre des cultures qu'il conviendra d'adopter dans les terres où règne la maladie vermiculaire de l'Avoine.

» J'ai installé, à l'aide de nombreux pieds d'Avoine poireautée, que j'ai rapportés de la Ferté-sous-Jouarre, des essais d'infection de plantes fort diverses dans les champs d'expérience de l'Institut agronomique. J'aurai l'honneur de rendre compte à l'Académie des résultats de ces cultures. »

GÉOLOGIE. — *Sur un gisement de quartz bipyramidé avec cargneule et gypse, à Souk-Arras (Algérie).* Note de M. A. **Pomel**, présentée par M. Daubrée.

« Le géologue arrivant à Souk-Arras par les voies ferrées a son attention fortement éveillée par l'aspect des tranchées avoisinant cette ville. Des terres argileuses, plus ou moins bigarrées des vives couleurs de la série ferrugineuse et criblées de points scintillants, renferment des blocs parfois très volumineux de roches cariées comme des cargneules ou concrétionnées

comme des travertins. Ils y sont emballés sans ordre, constituant des conglomérats incohérents, sans aucun indice de classement mécanique. Des fragments de toute grosseur d'une roche brune ou noirâtre foisonnent dans cette matière, qui a l'apparence d'une boue desséchée, plus ou moins rude et dépourvue de fossiles. Beaucoup de ces masses ont été fragmentées sur place en débris, tout en ayant conservé leurs positions respectives; les fragments, quelquefois libres, sont souvent reliés par la matière englobante et d'autres fois soudés en brèche par un ciment calcaire. Par places ces masses rocheuses présentent des traces de stratifications et représentent, en effet, des paquets plus ou moins étendus et disloqués de strates semblablement emballés dans le magma.

» L'acide chlorhydrique à froid détermine une effervescence à peine sensible sur ces roches, mais à chaud elle est très vive. M. le professeur Curie a confirmé par des essais analytiques ce qu'indiquait leur examen macroscopique : ce sont des dolomies. Il a, en outre, constaté que la surface des fragments était bien moins magnésienne que leur centre ; cette dolomie intérieure est souvent alors pulvérulente et laisse sur les cassures, par sa disparition, des cavités qui, dans les grosses masses, sont presque des cavernes. Parfois tout a disparu et il ne reste que le réseau de la gangue interposée, formant une masse alvéolaire à cellules irrégulières ; les cloisons en sont formées par de l'argile ferrugineuse, ou plus souvent par du calcaire cristallisé ou non, avec les surfaces revêtues d'un enduit concrétionné subcristallin. Le résidu de l'attaque par l'acide consiste en un trouble argileux et un sable très fin quartzeux, dont la plupart des grains sont des cristaux bipyramidés.

» La matière englobante est par place de l'argile assez plastique, homogène, parsemée de grains quartzeux brillants. Le plus souvent c'est une terre peu argileuse, très calcarifère, faisant une très vive effervescence avec les acides et donnant, comme résidu principal, un sable quartzeux cristallin. Sur les surfaces lavées par les pluies, quelle que soit leur nature et leur coloration, on voit, en bien des points, miroiter au soleil des facettes cristallines. Elles appartiennent à des cristaux bipyramidés de quartz libres et isolés dans le magma, très rarement groupés en fausses macles ou en petites druses. Ces cristaux peuvent atteindre $0^m,02$ à $0^m,03$ de long et $0^m,01$ à $0^m,02$ de large. Le prisme, plus ou moins long, a ses faces peu inégales, très finement striées en travers. Les pyramides ont également des faces à peu près égales, mais fortement corrodées et dépolies. La couleur obscure, rarement hyaline, laisse voir beaucoup d'impuretés à l'in-

térieur. Certains exemplaires ont le prisme tellement raccourci qu'ils sont presque des dodécaèdres. On observe aussi des cristaux de pyrite de fer transformés en limonite, sur lesquels M. Curie a constaté une légère modification dans la valeur des angles; certains d'entre eux, incomplètement transformés, montrent encore des taches jaunes à l'intérieur ou à la surface. Ces cristaux, isolés ou groupés en petit nombre, sont moins fréquents que les quartz; les uns et les autres, très inégalement disséminés, sont loin de se rencontrer partout.

» Sous le conglomérat apparaît souvent la formation qui lui a fourni les roches emballées et qui fait partie de l'étage urgonien suivant toute probabilité. Elle comprend des calcaires assez compacts, en bancs de $0^m,4$ à $0^m,8$ d'épaisseur, souvent dressés verticalement. Certains bancs, peut-être plus marneux, ont conservé, ou à peu près, leur caractère primitif. D'autres, intercalés à ceux-ci, ont été cariés et imprégnés de magnésie. D'autres au contraire, sans avoir subi une aussi forte minéralisation, sont fragmentés en morceaux presque libres, de volume assez uniforme, comme la pierre à macadam, au point de fournir en un point presque sans frais du ballast pour la voie. On peut observer au contact du magma congloméré toutes les transitions du calcaire presque intact à la cargneule la plus vacuolaire, soit en place, soit emballés dans la gangue boueuse.

» Ailleurs les calcaires urgoniens ont été transformés en gypse et leurs couches redressées donnent l'apparence de gypse sédimentaire grenu. A côté, on peut observer des blocs plus ou moins volumineux inclus dans le conglomérat et qui sont gypsifiés en totalité ou seulement à la surface. Ces gypses contiennent aussi des cristaux bipyramidés de quartz et des pyrites.

» Il y a lieu de signaler l'absence dans la région de toute roche éruptive, de celles par exemple qui ailleurs, en Algérie, forment le plus souvent cortège au sulfate de chaux.

» Il ne peut y avoir de doute sur le processus de ces phénomènes. Des eaux boueuses très chaudes ont amené de l'intérieur les principes minéralisants qui ont agi sur les substances traversées, avec une intensité variant selon la durée de leur contact ou la nature des émanations qui les accompagnaient. Les boues émises ont dû être à un moment assez denses pour déplacer et emballer des blocs volumineux et assez imprégnés de principes minéraux pour les métamorphiser. Les eaux qui les ont délayées n'ont point été assez abondantes pour donner lieu à des coulées ni pour opérer le classement mécanique des éléments du magma, sauf en des

points restreints des parties les plus supérieures. Les émissaires de ces boues nous sont restés masqués dans les parties profondes, et les fissures des points rocheux en relief n'en contiennent pas de traces.

» Il est à croire que l'acide carbonique a joué un rôle, tout au moins comme véhicule des carbonates, mais surtout par sa tension dans les parties profondes du sol, d'où il a contribué à la production des épanchements. Cependant il a laissé peu de traces de corrosion dans les fentes des calcaires. Il est probable aussi que de violents tremblements de terre ont été concomitants de ces émissions, et il serait difficile d'expliquer autrement la fragmentation sur place de roches dont le redressement primitif paraît dater d'une époque antérieure.

» Le développement en puissance et en étendue de cette formation n'est pas moins remarquable que sa constitution et implique une énergie et une durée interdisant de les considérer comme le résultat de phénomènes locaux. De la côte, 420^{m}, sur les bords de la Medjerda, elle s'élève à 1070^{m} chez les Zarouria, et, en admettant une dénivellation postérieure au dépôt, on ne peut estimer l'épaisseur réelle à moins de 300^{m} à 400^{m}. La surface couverte n'est pas moindre que 200^{kmq} ($10^{km} \times 20^{km}$). Plus à l'ouest, après une faible interruption, on la retrouve dans les plaines de Tifech et de Khamissa, couvrant des surfaces encore plus étendues de chaque côté d'un massif urgonien semblablement métamorphisé. On pourrait signaler beaucoup d'autres points semblables qui témoignent de la généralité du phénomène en Algérie; je me borne à citer le Tessala, près de Bel-Abbès, où le quartz bipyramidé dans l'argile ferrugineuse, le gypse et la dolomitisation sont en relation directe avec une roche dioritique, ce qui complète la démonstration de leur caractère éruptif.

» Ces phénomènes sont postérieurs à l'époque du dépôt des couches helvétiennes à *Ostrea crassissima*, et antérieurs aux plus anciens atterrissements quaternaires. Ils paraissent se rapporter à la fin des temps pliocènes, d'après d'autres gisements où leurs relations d'âge sont un peu plus faciles à préciser. »

CHIRURGIE. — *Sur les effets des armes nouvelles (fusil modèle* 1886, *dit* Lebel), *et des balles de petit calibre à enveloppe résistante*. Note de MM. **Chauvel** et **Nimier**, présentée par M. Larrey.

« Nos expériences, faites à l'amphithéâtre des hôpitaux au mois de février dernier, grâce à la bienveillance de M. le professeur Tillaux et avec le

concours de nos collègues de l'armée, MM. les D[rs] Breton et Pesme, confirment en partie les résultats communiqués par nous, en février 1887, à la Société de Chirurgie, et les complètent. Pratiquées avec des charges *réduites*, à toutes les distances, depuis 2000^m jusqu'à bout portant, elles sont antérieures aux recherches analogues de M. Delorme, dont les conclusions, du reste, ne diffèrent que peu des nôtres.

» Voici un résumé succinct de nos observations :

» 1° *Lésions cutanées*. — *a*. Les ouvertures d'entrée sont arrondies, taillées à l'emporte-pièce, d'un diamètre parfois égal, mais plus souvent inférieur à celui du projectile; elles sont d'autant plus petites que la vitesse est plus grande.

» *b*. Les ouvertures de sortie sont irrégulières, en fente, en étoile, et d'un diamètre plus variable; mais elles sont presque toujours insuffisantes pour permettre l'exploration digitale.

» 2° *Tissus fibreux*. — Les perforations, fentes, déchirures, sont d'ordinaire plus petites que les ouvertures cutanées.

» 3° *Nerfs, muscles, tendons*. — Les nerfs, comme les tendons, échappent facilement à l'action des projectiles. Si la balle frappe un muscle perpendiculairement à la direction de ses fibres, elle y creuse un canal d'autant plus large que la distance est plus rapprochée; si elle atteint le corps charnu très obliquement, parallèlement à ses faisceaux, le trajet est étroit, tellement étroit, qu'il peut échapper aux recherches.

» 4° *Vaisseaux*. — Les artères et les veines sont perforées, échancrées ou coupées nettement, les bouts sectionnés restent béants dans la plaie, les tuniques divisées ne se rétractent pas sensiblement.

» 5° *Os spongieux*. — La balle, par *pression directe*, broie les tissus spongieux (sillons, gouttières, canaux); par *pression latérale*, elle les fait éclater, et cet éclatement se traduit par des fissures radiées et concentriques, par des esquilles longitudinales, au voisinage de la perforation et principalement au trou de sortie.

» 6° *Os compacts*. — La même action se traduit ici par la formation de longues fissures, aux grandes distances, sans destruction étendue du périoste, par le broiement de l'os, de la moelle, la multiplicité et la disjonction des esquilles à partir de 600^m et en deçà.

» 7° *Arrêt, déformation des balles*. — Dans aucune de nos expériences, même à 1800^m et 2000^m, le projectile, si grande qu'ait été la résistance, ne s'est arrêté dans les parties frappées; dans aucune de nos expériences, les balles ne se sont divisées, aplaties ou même sensiblement déformées

par le choc sur les os les plus résistants. A l'avenir, la Chirurgie n'aura plus à se préoccuper de la recherche et de l'extraction des balles.

» 8° *Comparaison avec les anciennes balles.* — Comparés aux balles de plomb dur ou mou, essentiellement déformables, les projectiles à enveloppe résistante du fusil Lebel ont l'avantage : (*a*) se déformant à peine et exceptionnellement, de ne produire d'*effets explosifs* qu'aux distances très courtes, 200^{m} et en deçà ; (*b*) de faire dans les parties molles des trajets rectilignes, plus étroits, moins contus ; (*c*) de ne pas s'arrêter dans les chairs. Il est vrai que les lésions osseuses qu'elles produisent nous ont semblé plus considérables pour les longues distances, surtout dans les os compacts et résistants; mais, en somme, si dans les guerres futures le nombre des blessés est plus grand, les blessures seront parfois moins sévères, et la chirurgie conservatrice continuera de s'exercer dans des conditions favorables, si elle sait être résolument antiseptique. »

HYGIÈNE. — *Contribution à l'étude des moyens proposés pour l'assainissement des villes.* Note de MM. **P. Chastaing** et **E. Barillot**, présentée par M. Fremy.

« Plus que jamais, les pouvoirs publics s'occupent d'assurer l'hygiène des villes. L'attention est en ce moment plus spécialement portée non seulement sur les moyens à employer pour livrer aux habitants des aliments non frelatés, pour leur assurer l'usage d'eau pure, mais de plus on s'efforce de faciliter le rejet hors des villes de toutes les matières excrémentitielles, source d'infection et d'épidémies lorsqu'elles y restent accumulées. Pour éloigner facilement ces matières des centres habités, le système du *tout à l'égout* est considéré comme nécessaire; il faut alors purifier et chercher à utiliser les eaux d'égout, afin qu'elles ne polluent point les cours d'eau voisins.

» Pour atteindre ce dernier but, deux systèmes sont actuellement en présence :

» 1° L'*irrigation* ou *épuration par le sol et la culture ;* système possédant beaucoup de partisans, applicable lorsqu'on dispose de surfaces immenses, de terrains propices à ce genre d'épuration, et que les eaux à épurer sont peu chargées en matières putrescibles.

» 2° Les *procédés chimiques ;* très discrédités il y a quelques années, mais, en raison des progrès réalisés récemment et encore possibles, ils méritent la plus grande attention.

» Le premier mode d'assainissement a été très étudié, disons même exclusivement étudié en France; c'est ce qui nous a engagés à examiner la valeur des procédés chimiques d'assainissement, croyant qu'aucun des moyens propres à contribuer à l'hygiène publique et à l'intérêt général ne doit être oublié ou même négligé.

» De nombreux systèmes pour l'épuration chimique des eaux d'égout ont été proposés.

» L'eau du tout à l'égout de la ville de Bruxelles a été examinée à l'effet d'en déterminer :

» 1° La composition; 2° les modifications apportées à cette composition par un traitement chimique destiné à la purifier [1].

» L'analyse nous a donné les résultats suivants :

			Eau du tout à l'égout de la ville de Bruxelles — prise à la sortie des collecteurs.	Eau du tout à l'égout de la ville de Bruxelles — purifiée.
Aspect			Bourbeux.	Limpide.
Odeur			Nauséabonde et ammoniacale.	Nulle.
Réaction			Très alcaline.	Légèrt acide.
Extrait sec ou total des matières en dissolution par litre			$5^{gr},357$	$0^{gr},697$
Matières minérales			$3^{gr},826$	$0^{gr},587$
Matières organiques et produits volatils au rouge			$1^{gr},531$	$0^{gr},110$
Matières en suspension			$1^{gr},000$	Néant.
Composition des matières organiques en dissolution dans 1^{lit} d'eau.	Azote se divisant en : ammoniacal	de l'ammoniaque libre	$0^{gr},560$	Néant.
	Azote se divisant en : ammoniacal	à l'état de sel	$1^{gr},510$	$0^{gr},011$
	Azote se divisant en : nitrique		$0^{gr},032$	Néant.
	Azote se divisant en : organique	des cristalloïdes	»	$0^{gr},010$
	Azote se divisant en : organique	des albuminoïdes	$0^{gr},332$	Néant.
	Le total de l'azote est		$2^{gr},434$	$0^{gr},021$
	Carbone organique		Non dosé.	Non dosé.
Composition des matières minérales en dissolution dans 1^{lit} d'eau.	Alumine		$0^{gr},200$	$0^{gr},030$
	Sesquioxyde de fer		$0^{gr},030$	$0^{gr},005$
	Chaux		Néant.	$0^{gr},300$
	Magnésie		$0^{gr},050$	$0^{gr},030$
	Chlorure de sodium		$0^{gr},100$	$0^{gr},060$
	Potasse		$1^{gr},970$	$0^{gr},037$
	Silice		$0^{gr},006$	$0^{gr},004$
	Acide phosphorique		$0^{gr},126$	$0^{gr},063$
	Acide sulfurique (SO^4H^2) combiné		$1^{gr},344$	$0^{gr},058$
Gaz dissous.	Gaz ammoniac libre		$736^{cc},5$	Néant.
	Acide sulfhydrique	en poids	$0^{gr},0068$	Néant.
	Acide sulfhydrique	en volume	$4^{cc},5$	Néant.
	Oxygène		Néant.	$5^{cc},00$

[1] Procédé Defosse.

			Eau du tout à l'égout de la ville de Bruxelles prise à la sortie des collecteurs.	purifiée.
Composition des boues charriées par les eaux d'égout dans les collecteurs. Ces eaux renferment 1^{gr} de ces boues contenant :	Matières organiques	Azote organique	$0^{gr},060$	Néant.
		Carbone	Non dosés.	»
		Oxygène		
		Hydrogène		
	Matières minérales	Chaux	$0^{gr},351$	Néant.
		Alumine		
		Fer		
		Acide phosphorique	$0^{gr},120$	Néant.

DISCUSSION DES ANALYSES.

» 1° *Matières organiques.* — On voit par les analyses qui précèdent que les eaux d'égout, avec le système du *tout à l'égout*, deviennent extrêmement chargées en matières organiques, parmi lesquelles dominent surtout les produits azotés.

» La proportion des substances dissoutes est, par litre, de $5^{gr},35$ dans les eaux d'égout de Bruxelles, alors qu'elle varie de $2^{gr},59$ (collecteur d'Asnières) à $3^{gr},50$ (collecteur de Saint-Denis).

» La différence est encore plus considérable entre les proportions d'azote; alors que les eaux d'égout contiennent $2^{kg},434$ par mètre cube d'azote en dissolution, et 60^{gr} d'azote des matières en suspension, celles des égouts de Paris ne contiennent que de 44^{gr} (Asnières) à 140^{gr} (Saint-Denis) d'azote total.

» Enfin le poids des matières organiques putrescibles est d'environ 2^{kg} par mètre cube, dans les eaux du tout à l'égout de Bruxelles, tandis qu'il ne dépasse pas 910^{gr} dans les eaux d'égout actuelles de Paris.

» L'eau d'égout de Bruxelles purifiée par les procédés chimiques est limpide, inodore; sa composition seule dénote que cette eau ne pourrait servir d'eau de table, mais sa pureté est suffisamment grande pour que, rendue à la rivière, elle n'y puisse plus produire d'infection; enfin elle contient assez d'oxygène en dissolution pour permettre aux poissons et aux végétaux d'ordre supérieur de s'y développer.

» La purification est-elle plus complète par les procédés chimiques que par le sol?

» Si l'on s'en rapporte aux publications faites au sujet de l'épuration par le sol, on voit que l'eau d'égout après purification conserve $\frac{1}{44}$ à $\frac{2}{44}$ de son azote primitif.

» Les analyses précédentes indiquent que l'eau purifiée par la méthode

chimique conserve environ $\frac{1}{116}$ de son azote primitif, mais que conserverait cette même eau (tout à l'égout) après épuration par le sol?

» 2° *Matières minérales.* — Les matières minérales contenues en dissolution dans les eaux examinées ont une importance moindre que les corps organiques; il n'est cependant pas inutile de faire remarquer que 1^{mc} d'eau d'égout, avec le système du tout à l'égout, peut fournir près de 2^{kg} de potasse et 100^{gr} d'acide phosphorique, tandis que les eaux d'égout de Paris ne contiennent actuellement qu'environ 80^{gr} maximum de potasse et 40^{gr} maximum d'acide phosphorique.

» 3° *Gaz en dissolution.* — La présence du gaz ammoniac libre, ou faiblement retenu par l'acide carbonique, a une très grande importance; les eaux d'égout répandues sur le sol pourront, dans certains cas, abandonner ce gaz à l'air; or 1^{mc} d'eau d'égout pourrait alors laisser dégager 736^{lit} de gaz ammoniac; il se dégage aussi de ces eaux des produits volatils phosphorés très toxiques, sans compter les produits sulfhydriques et autres émanations nauséabondes et insalubres.

» Dans le traitement chimique, ce danger ne saurait exister, en prenant quelques précautions dans l'installation des appareils.

» Il semble donc nettement établi que : 1° l'épuration des eaux d'égout par la méthode chimique a une efficacité véritable; 2° elle peut être appliquée sans interruption et sans émanations insalubres; 3° l'utilisation en agriculture de l'azote, de la potasse et de l'acide phosphorique contenus dans les eaux d'égout traitées par cette méthode sera facilement réalisable.

» Dans une Communication prochaine, nous donnerons d'autres résultats analytiques concernant l'épuration chimique des eaux résiduaires industrielles et l'application de la méthode d'épuration par le sol à Paris. »

M. C. **Decharme** adresse un Mémoire sur les « courbes magnétiques et isodynamiques ».

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juillet 1888.

Les climats d'Hyères et le Sanatorium maritime; *par* le Dr E. Vidal. Hyères, H. Souchon, 1888; 1 vol. in-8°.

Chantiers de terrassements en pays paludéen; par le Dr. Ad. Nicolas. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. gr. in-8°. [Présenté par M. le baron Larrey. — Renvoyé aux concours de l'année 1889 (Montyon, Médecine et Chirurgie).]

L'hygiène de l'estomac; par le Dr E. Monin. Paris, Octave Doin, 1888; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Contrexéville (1860-1886). *Indications et contre-indications du traitement hydrominéral de Contrexéville; par* le Dr J. Brongniart. Paris, 1888; br. in-18. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Les plantes fossiles; par B. Renault. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1888; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Duchartre.)

Traité élémentaire d'Électricité; par J. Joubert. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Traité de Chimie minérale et organique; par MM. Ed. Willm et M. Hanriot. — *Chimie minérale,* tome II (première Partie). Paris, G. Masson, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

Louis Gérard, un des précurseurs de la méthode naturelle; par M. D. Clos; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse*, tome X, année 1888.)

Recherches micrographiques sur quelques roches de l'île de San Miguel (Açores); par Eugenio Vaz Pacheco do Canto e Castro. Lisbonne, Imprimerie nationale, 1888; br. gr. in-8°.

Sur les modifications que subit la conductibilité électrique et calorifique du bismuth dans un champ magnétique; par M. Anatole Leduc. Paris, imprimerie de la *Lumière électrique*, 1888; br. in-4°. (Renvoi au concours Jérôme Ponti de l'année 1890.)

Official Copy (n° 71). — *Synchronous weather charts of North Atlantic and the adjacent continents for every day from 1st august* 1882 *to* 31*st august* 1883. — *Published under the autority of the meteorological Council.* London; atlas in-f°. (Présenté par M. Mascart.)

Official Copy (n° 73). — *Meteorological observations at stations of the second order for the year* 1883. London, 1888; 1 vol. in-4°.

Official Copy (n° 74). — *Hourly readings,* 1885, Part II, april to june. London, 1888; br. in-4°.

Official Copy (n° 76). — *Charts showing the mean barometrical pressure over the Atlantic, Indian, and Pacific Oceans. Published by the autority of the meteorological Council.* London; atlas in-f°. (Présenté par M. Mascart.)

Observations on the embryology of insects and arachnids; by Adam Todd Bruce. Baltimore, publication agency of Johns Hopkins University, 1887; br. gr. in-4°.

Compilation of notes and memoranda bearing upon the use of human ordure and human urine in rites of a religious or semi-religious character; by John G. Bourke. Washington, 1888; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

A Treatise on the chemical constitution of the brain, based throughout upon original researches; by J.-L.-W. Thudichum. London, Baillière, Tindall and Cox, 1884; 1 vol. in-8°.

Elementos de Geometria analitica; por José Maria Villafane y Vinals. Valencia, 1883; 1 vol. in-8°.

Teoria de los determinantes; por el Dr José Maria Villafane y Vinals. Barcelona, 1888; 1 vol. in-8°.

Dell' antico studio di Bologna e sua origine; per Giacomo Cassini. Bologna, regia Tipografia, 1888; 1 vol. in-8°.

Archivos do Museu nacional do Rio de Janeiro; volume VII. Rio de Janeiro, Imprensa nacional, 1887; 1 vol. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 juin 1888.)

Note de MM. *C. Friedel* et *J.-M. Crafts,* Sur la densité de vapeur du chlorure d'aluminium et sur le poids moléculaire de ce composé :

Page 1769, expérience 6, colonne 3, *au lieu de* 9,93, *lisez* 9,88.
Page 1770, ligne 16, *au lieu de* il semble, *lisez* il ne semble pas.